

JTG

中华人民共和国推荐性行业标准

JTG/T 3661—2025

公路隧道交通工程与附属设施 施工技术规范

Technical Specifications for Construction of
Traffic Engineering and Affiliated Facilities of Highway Tunnel

2025-01-03 发布

2025-04-01 实施

中华人民共和国交通运输部发布

前 言

根据《交通运输部关于下达 2016 年度公路工程行业标准制修订项目计划的通知》（交公路函〔2016〕234 号）的要求，由招商局重庆交通科研设计院有限公司承担《公路隧道交通工程与附属设施施工技术规范》（JTG/T F72—2011）的修订工作。

本次修订遵循“以人为本、安全环保、规范施工、科学管理、全周期优质”的基本原则，借鉴、吸收了国内外最新科技成果。编写组在全面总结以往我国公路隧道交通工程与附属设施建设、使用经验的基础上，完成了对《公路隧道交通工程与附属设施施工技术规范》（JTG/T F72—2011）的修订工作。经批准后以《公路隧道交通工程与附属设施施工技术规范》（JTG/T 3661—2025）（以下简称“本规范”）颁布实施。

本规范修订后包括 15 章，分别是：1 总则，2 术语和符号，3 基本规定，4 施工准备，5 标志、标线，6 通风设施，7 照明设施，8 交通监控设施，9 紧急呼叫设施，10 火灾探测报警设施，11 消防与通道设施，12 供配电设施，13 中央控制管理设施，14 接地与防雷设施，15 设备基础、管道、光电缆及相关设施。

本次修订的主要内容如下：

1. 增加了第 4 章“施工准备”。
2. 第 5 章至第 15 章增加了“施工质量控制标准”1 节。
3. 第 5 章增加了立面标记、轮廓标、轮廓带施工要求。
4. 第 6 章增加了射流风机、轴流风机安装流程，增加了通风设施系统功能调试要求。
5. 第 7 章增加了照明设备安装流程，增加了照明设施系统功能调试要求。
6. 第 8 章设施增加了设备安装流程，增加了视频车辆检测器、视频事件检测器、区域控制单元、工业以太网交换机等安装、调试要求。
7. 第 9 章增加了设备安装流程，增加了光纤型紧急电话、网络型紧急电话等安装、调试要求。
8. 第 10 章增加了设备安装流程，增加了图像型火灾探测器安装、调试要求。
9. 第 11 章增加了消防气压给水设备、稳压泵、灭火器、气体灭火系统等安装、调试要求，增加了人行横通道防火门、车行横通道防火卷帘等安装、调试要求。
10. 第 12 章增加了电力监控系统、风/光供电系统等安装、调试要求。
11. 第 13 章增加了系统联调流程与要求。
12. 第 14 章增加了接地装置施工流程。
13. 第 15 章增加了基础制作流程。

本规范由姬为宇负责起草第 1、2、3 章，雷仕欢负责起草第 4 章，王晓鹏负责起草第 5 章，邵勇、林剑波负责起草第 6 章，何海生负责起草第 7 章，梅兵、范鹏负责起草第 8 章，彭丽桥负责起草第 9 章，康士虎负责起草第 10 章，杜长东、王玉负责起草第 11 章，刘勇负责起草第 12 章，邹洋负责起草第 13 章，邹小春负责起草第 14 章，刘春负责起草第 15 章。

请各有关单位在执行过程中，将发现的问题和意见，函告本规范日常管理组，联系人：刘勇（地址：重庆市南岸区学府大道 33 号，招商局重庆交通科研设计院有限公司；邮编：400067；电话及传真：023-62753008；电子邮箱：liuyong@cmhk.com），以便下次修订时参考。

主 编 单 位：招商局重庆交通科研设计院有限公司

参 编 单 位：招商华驰数智交通科技（重庆）有限公司
浙江高信技术股份有限公司
重庆渝信路桥发展有限公司
西安金路交通工程科技发展有限责任公司
招商局重庆公路工程检测中心有限公司
中国华西工程设计建设有限公司

主 编：姬为宇

主要参编人员：刘 勇 雷仕欢 杜长东 邹小春 王 玉 何海生
梅 兵 邵 勇 林剑波 康士虎 邹 洋 刘 春
范 鹏 彭丽桥 王晓鹏

主 审：李春风

参与审查人员：张慧彧 李志胜 蒙 华 苏鹤俊 吴晓航 刘玉新
顾新民 张 斌 黄 晨 杨晓东 胡彦杰 蒋贵川
彭国才 吴有铭

参 加 人 员：杨 洛 张 斌 罗云波 张元伟 李 雪 贺晓乐
王二雄 李祉材 林 海 管云川 熊山山 张 涛
廖春林 顾 津 陈雪峰 袁 源 郭兴隆 代东林
苏宇峰 李 响

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	基本规定	4
4	施工准备	7
4.1	一般规定	7
4.2	施工场地与临时工程	8
4.3	施工人员、机械、设备及仪器	9
4.4	工程交接及界面划分	9
5	标志、标线	10
5.1	一般规定	10
5.2	设备材料检验	10
5.3	隧道内标志	11
5.4	隧道外标志	11
5.5	标线	12
5.6	轮廓标、轮廓带	12
5.7	施工质量控制标准	13
6	通风设施	17
6.1	一般规定	17
6.2	设备材料检验	17
6.3	射流风机	18
6.4	轴流风机	19
6.5	通风环境检测与控制设备	21
6.6	调试与检查	21
6.7	施工质量控制标准	23
7	照明设施	26
7.1	一般规定	26
7.2	设备材料检验	26
7.3	隧道内照明灯具	26

7.4	隧道外引道照明灯具	27
7.5	照明配电箱、照明检测与控制设备	27
7.6	调试与检查	28
7.7	施工质量控制标准	29
8	交通监控设施	32
8.1	一般规定	32
8.2	设备材料检验	32
8.3	交通监测设施	32
8.4	交通控制与诱导设施	34
8.5	调试与检查	35
8.6	施工质量控制标准	37
9	紧急呼叫设施	44
9.1	一般规定	44
9.2	设备材料检验	44
9.3	紧急电话设施	44
9.4	广播设施	45
9.5	调试与检查	45
9.6	施工质量控制标准	46
10	火灾探测报警设施	48
10.1	一般规定	48
10.2	设备材料检验	48
10.3	点型火灾探测器	48
10.4	线型火灾探测器	49
10.5	图像型火灾探测器	49
10.6	手动火灾报警按钮	50
10.7	火灾报警控制器	50
10.8	调试与检查	51
10.9	施工质量控制标准	51
11	消防与通道设施	53
11.1	一般规定	53
11.2	设备材料检验	53
11.3	消防水池	54
11.4	消防水泵	55
11.5	消防气压给水设备、稳压泵	56
11.6	管网	56

11.7	消火栓	59
11.8	固定式水成膜泡沫灭火装置	59
11.9	灭火器	59
11.10	气体灭火系统	60
11.11	系统试压和冲洗	60
11.12	通道设施	63
11.13	调试与检查	64
11.14	施工质量控制标准	65
12	供配电设施	68
12.1	一般规定	68
12.2	设备材料检验	68
12.3	高低压配电柜（箱）	69
12.4	母线	72
12.5	变压器	72
12.6	柴油发电机组	73
12.7	UPS 和 EPS	74
12.8	电力监控系统	75
12.9	箱式变电站	75
12.10	风/光供电系统	76
12.11	调试与检查	77
12.12	施工质量控制标准	79
13	中央控制管理设施	83
13.1	一般规定	83
13.2	设备材料检验	83
13.3	控制台	84
13.4	机柜	84
13.5	信息显示设备	85
13.6	计算机及网络设备	86
13.7	软件	86
13.8	调试与检查	87
13.9	施工质量控制标准	89
14	接地与防雷设施	91
14.1	一般规定	91
14.2	设备材料检验	91
14.3	接地设施	91

14.4	防雷设施	93
14.5	调试与检查	94
14.6	施工质量控制标准	94
15	设备基础、管道、光电缆及相关设施	96
15.1	一般规定	96
15.2	材料检验	96
15.3	设备基础	98
15.4	管道	100
15.5	光缆	100
15.6	电缆	101
15.7	电缆桥架、支架、线槽	103
15.8	施工质量控制标准	105
	本规范用词用语说明	106

交通运输部信息公开
浏览专用

1 总则

1.0.1 为规范公路隧道交通工程与附属设施施工，保证工程质量和施工安全，提升工程施工技术水平，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于公路隧道交通工程与附属设施的新建和既有设施升级改造施工，也适用于改扩建隧道的交通工程与附属设施施工。

1.0.3 公路隧道交通工程与附属设施施工内容应包括标志、标线、通风设施、照明设施、交通监控设施、紧急呼叫设施、火灾探测报警设施、消防与通道设施、供配电设施、中央控制管理设施、接地与防雷设施、设备基础、管道、光电缆及相关设施的施工。

1.0.4 公路隧道交通工程与附属设施施工必须遵守国家安全生产的相关法律法规，采取完备的安全生产措施，保障人员、设施等的安全。

1.0.5 公路隧道交通工程与附属设施施工必须遵守国家和行业的质量验收标准，建立完善的质量保证体系，制定切实可行的质量管理制度，采取质量保证措施。

1.0.6 公路隧道交通工程与附属设施施工必须遵守国家环境保护的相关法律法规。

1.0.7 公路隧道交通工程与附属设施施工不得影响隧道承载能力，不得降低隧道结构的耐久性能，不得破坏隧道结构防水、保温等功能。

1.0.8 公路隧道交通工程与附属设施施工应积极稳妥地采用新技术、新工艺、新材料和新设备。

1.0.9 公路隧道交通工程与附属设施施工应积极采用数字化技术，通过建立数字模型等方式，推进施工数字化和智能化，形成公路隧道基础设施数字化成果。

1.0.10 公路隧道交通工程与附属设施施工除应符合本规范的规定外，尚应符合国家和行业现行有关强制性标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 电光标志 electric sign

内置电光源,带有一定图形、符号的发光标志。

2.1.2 射流风机 jet fan

由产生的高速喷射气流,推动空气顺着射流方向运动,以实现通风换气用的一种轴流风机。

2.1.3 轴流风机 axial flow fan

气体沿叶片轴向流动的通风机。

2.1.4 载荷试验 load test

一种通过施加不同的荷载,测定支撑结构随荷载变化产生的形变,用以确定支撑结构承载能力和变形特征的现场试验。

2.1.5 车辆检测器 vehicle detector

检测车辆通行状态、测量交通量及车辆速度等参数的设备。

2.1.6 区域控制单元 local controller

设置在隧道现场,对一定范围内的设备进行集中控制和管理的设备。

2.1.7 声压级 sound pressure level

声压与基准声压比值的对数值,声压级的单位是分贝 (dB)。

2.1.8 点型火灾探测器 spot fire detector

响应空间某一点周围火灾参数的火灾探测器。

2.1.9 线型火灾探测器 line fire detector

响应空间某一连续线路周围火灾参数的火灾探测器。

2.1.10 图像型火灾探测器 image fire detector

采用视频图像分析处理技术响应火灾参数的火灾探测器。

2.1.11 气体灭火系统 gas extinguishing system

以气体为主要灭火介质的灭火系统。

2.1.12 联调 collaborative commissioning

对系统各组件及子系统进行测试和调整，实现系统各组件及子系统间协同工作、正常运行。

2.2 符号

CCC——中国强制认证标志；

EPS——应急电源装置；

IP——互联网协议；

UPS——不间断电源装置；

VLAN——虚拟局域网。

交通运输部信息公开
浏览专用

3 基本规定

3.0.1 公路隧道交通工程与附属设施施工应包括施工准备、安装与调试、系统联调、试运行、缺陷责任期维护及交（竣）工等。

3.0.2 公路隧道交通工程与附属设施施工应按批准的设计文件实施。

3.0.3 设备及主要材料进场时应进行一般性检查，并应做好记录。一般性检查应满足下列要求：

- 1 包装应完整、无破损。
- 2 外观应完好，表面应无明显划痕、毛刺等机械损伤，紧固部件应无松动。
- 3 设备材料名称、数量、规格、型号应与装箱清单一致，技术文件、质量证明资料、附件、专用工具等应齐全，各项参数应满足设计要求。
- 4 进口设备应提供报关材料。

3.0.4 设备、材料、专用工具、随机文件，均应分类保管。

3.0.5 公路隧道交通工程与附属设施施工应符合现行《公路工程施工安全技术规范》(JTG F90)的有关规定。

3.0.6 隧道内施工宜封闭交通。无封闭交通条件时，应制订交通安全组织方案。

3.0.7 通车路段隧道内施工，施工作业区及作业区标志、标线等交通安全设施的设置应符合现行《道路交通标志和标线 第4部分：作业区》(GB 5768.4)和《公路养护安全作业规程》(JTG H30)的有关规定。

3.0.8 隧道内施工路段应设置照明设施，施工点照度不应小于15lx。施工时宜采用非定向光源增强对过路车辆的警示。

条文说明

隧道内施工路段设置照明除了为施工场地作照明外，还有便于质量监督、提醒过路

施工车辆注意、为过路施工车辆照明、保障安全的作用。

3.0.9 隧道内施工路段粉尘浓度应符合现行《公路隧道施工技术规范》（JTG/T 3660）的有关规定。

3.0.10 施工中应严格执行工序自检制度、工序交接检查制度，并应做好记录。

条文说明

工序自检制度、工序交接检查制度是保证施工质量的重要措施。

3.0.11 隐蔽工程在隐蔽前应检验合格，并应做好记录。

条文说明

隐蔽工程的检验记录是问题查找与溯源的依据，是施工质量管理的重要步骤。

3.0.12 安装完成后的设备、线缆及管道等应进行标识，标识应清晰、规范。

3.0.13 施工过程中应做好成品及半成品的保护。

3.0.14 调试与检查前应编制调试与检查计划。

3.0.15 各子系统的调试应按先空载、后负载，先单机、后联机的次序进行。

3.0.16 施工过程中，应做好下列资料的收集和记录工作：

- 1 相关设计资料。
- 2 现场调查记录。
- 3 设备材料出厂检验记录、到场检验记录、第三方检验记录、安装检验记录、调试记录、隐蔽工程检验记录。
- 4 系统调试与功能检验记录、验收记录。
- 5 施工影像记录。
- 6 其他重要资料或记录。

3.0.17 施工完成后应及时、完整提交竣工文件。

3.0.18 设备、材料拆除应符合下列规定：

- 1 宜遵循“先拆除强电设备、再拆除弱电设备、最后拆除线缆管道；先拆除低处

后拆除高处，先拆除内部后拆除外部”的原则。

- 2 应先切断设计图纸规定拆除范围内用电设备电源。
- 3 拆除的设备材料不得随意摆放，不得高处抛掷。

交通运输部信息公开
浏览专用

4 施工准备

4.1 一般规定

4.1.1 公路隧道交通工程与附属设施施工前，应熟悉设计文件，领会设计意图。

条文说明

设计文件包括隧道交通工程与附属设施设计文件、相关土建设计文件，消防、供电等专业设计文件。

4.1.2 公路隧道交通工程与附属设施施工前，应完成现场调查和图纸核对工作。现场调查应包括下列内容：

- 1 土建工程及其他有关工程完成情况。
- 2 现场运输条件、施工场地情况。
- 3 当地气象及消防水源、水质情况。
- 4 可利用的电源、动力、通信、机具、车辆维修、物资、消防、劳动力、生活供应及医疗卫生情况。
- 5 本工程所需的征地情况。
- 6 其他应调查的内容。

4.1.3 公路隧道交通工程与附属设施施工前，应编制施工组织设计。施工组织设计应包括下列内容：

- 1 编制依据。
- 2 编制原则。
- 3 工程概况。
- 4 施工总平面布置。
- 5 施工单位组织机构及资源配置。
- 6 主要分项工程施工工艺。
- 7 重、难点工程施工方案。
- 8 安全管理与安全保证措施。
- 9 质量管理与质量保证措施。

- 10 进度管理与进度保证措施。
- 11 项目职业健康安全管理措施。
- 12 环境保护和节能减排的措施及文明施工。
- 13 应急预案。
- 14 其他应说明的事项。

4.1.4 公路隧道交通工程与附属设施施工前，应按现行《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》(JTG F80/1) 和《公路工程质量检验评定标准 第二册 机电工程》(JTG 2182) 的有关规定划分分部分项工程。

4.2 施工场地与临时工程

4.2.1 施工场地布置应遵循“因地制宜、统一规划、安全方便、节地环保”的原则，并应符合下列规定：

- 1 应考虑工程规模、工期、地形特点、弃渣场和水源等情况。
- 2 应事先规划，减少施工交叉和干扰。
- 3 设备、大宗材料、施工备品及回收材料堆放场地应满足使用要求。
- 4 施工场地周边不得有边坡失稳、崩塌、落石危害等情况。

4.2.2 临时工程和设施布设应满足安全和施工活动正常开展的需要，并应符合下列规定：

- 1 临时房屋和设施应布设在不受洪水、泥石流、塌方、滑坡及雪崩等自然灾害威胁的地段。
- 2 临时工程应适应当地暴雪、暴雨、大风、高温、高寒等天气条件，并应制定预警、预防和应急措施。
- 3 临时工程布设宜考虑永临结合方案。

4.2.3 施工场地与临时工程的建设应符合下列规定：

- 1 消防安全应符合现行《建设工程施工现场消防安全技术规范》(GB 50720) 的有关规定。
- 2 电气设备和临时用电应符合现行《建筑与市政工程施工现场临时用电安全技术标准》(JGJ/T 46) 的有关规定。
- 3 标识标牌应符合现行《安全标志及其使用导则》(GB 2894)、《建设工程施工现场标志设置技术规程》(JGJ 348) 和合同的有关规定。

4.2.4 项目经理部和施工驻地的建设应符合下列规定：

- 1 应满足施工人员工作和生活的需要。

2 生活污水的排放不得影响施工，不得污染周围环境。

4.3 施工人员、机械、设备及仪器

4.3.1 应根据工程规模、工期、技术难度等，配备满足工程施工需要的管理、技术、试验、质检和安全等人员。

4.3.2 施工人员应经过岗前专业培训，接受安全、职业健康等教育。特种作业人员应持证上岗。

4.3.3 施工前应对施工人员进行安全、技术交底。

4.3.4 应配备满足工程施工需要的机械和设备。

4.3.5 应配备满足工程施工需要的检测设备和仪器，检测设备和仪器应在检校有效期内使用。

4.4 工程交接及界面划分

4.4.1 施工前，应与土建工程、房建工程等施工单位完成工程交接，交接内容应包括预留洞室、预埋管道、预埋件、电缆沟、基础、接地设施及房屋建筑等。

4.4.2 施工前，应与其他相关单位确认施工界面。

条文说明

相关单位包括土建施工单位、房建施工单位、路面施工单位、机电施工单位、其他隧道交通工程与附属设施施工单位等。

5 标志、标线

5.1 一般规定

5.1.1 标志、标线施工内容应包括隧道内标志、隧道外标志、标线、轮廓标、轮廓带的安装与检查。

5.1.2 标志、标线施工应在具备下列条件时进行：

- 1 隧道内标志安装前，隧道装饰工程已完成；隧道外标志安装前，路基施工已完成，路面高程已确定。
- 2 标线施工前，路面施工已完成，路面清洁、干燥，无灰尘、杂物。
- 3 突起路标安装前，路面标线施工已完成。
- 4 轮廓标、轮廓带安装前，隧道装饰工程已完成。

条文说明

2 路面清洁、干燥是标线涂料与路面结合牢固的重要条件。一般采用高压水枪、风机等清除路面上的灰尘、泥沙，并在路面干燥后才能施工。

5.1.3 现场气温低于材料规定施工最低温度时，应暂停标线的施工。

5.2 设备材料检验

5.2.1 标志、标线设备材料进场时，应按本规范第 3.0.3 条的有关规定进行一般性检查。

5.2.2 标志结构件、标志版面的形状、颜色、文字、箭头、编号、图形及边框应符合设计要求和现行《道路交通标志和标线 第 2 部分：道路交通标志》(GB 5768.2)、《公路交通安全设施施工技术规范》(JTG/T 3671)的有关规定，并应符合下列规定：

- 1 标志立柱、横梁及连接件的制作长度允许偏差为 $\pm 1\%$ ，其断面尺寸应满足设计要求；焊缝不得有裂纹、未熔合、夹渣和未填满弧坑等缺陷，构件不得变形。
- 2 标志底板的边缘和尖角应倒棱并呈圆滑状。

3 标志板的背面应具有生产厂名称、商标标志、应用的标准号、标志板类别、生产日期及批号等标志，标志应耐久、清晰。

5.2.3 电光标志应进行通电检查，其标志面应平整、光滑，无翘曲变形、裂纹、气泡、划痕及损伤；标志面亮度和防护等级应满足设计要求；标志面亮度应均匀。

5.2.4 路面标线涂料应符合设计和现行《路面标线涂料》（JT/T 280）、《道路交通标线质量要求和检测方法》（GB/T 16311）的有关规定。

5.2.5 突起路标外观、颜色、反光性能、抗压荷载应满足设计要求。

5.2.6 轮廓标外观、颜色和反光性能应满足设计要求，其底板不得有砂眼、毛刺、飞边或其他缺陷。

5.2.7 主动发光轮廓标应进行通电发光检查。

5.3 隧道内标志

5.3.1 隧道内标志施工内容应包括紧急电话指示、消防设备指示、人行横通道指示、车行横通道指示、紧急停车带指示、疏散指示、隧道出口距离预告、公告信息、指路、线形诱导及其他电光标志等的安装与检查。

5.3.2 隧道内标志施工应符合现行《公路交通安全设施施工技术规范》（JTG/T 3671）的有关规定。

5.3.3 标志安装位置和角度应满足设计要求，纵向允许偏差不应大于0.5m，高度允许偏差不应大于50mm。

5.4 隧道外标志

5.4.1 隧道外标志施工内容应包括信息标志、开车灯标志、限高标志、限宽标志以及限速标志等的安装与检查。

5.4.2 隧道外标志施工应符合下列规定：

- 1 标志应按设计要求定位，并应避免出现影响标志认读的遮挡。
- 2 标志立柱安装前，基础混凝土强度应达到设计强度的75%以上。立柱竖直度允许偏差不应大于3mm/m；吊装悬臂式标志、门架式标志横梁时，横梁预拱度应满足设

计要求。

3 柱式标志板、悬臂式和门架标志立柱的内缘距土路肩边缘线距离不应小于25cm。

4 标志板下缘至路面净空高度应满足设计要求，允许偏差应为(0, +100) mm。

5.5 标线

5.5.1 标线施工应符合下列规定：

1 喷涂标线时，作业区内应禁止通行，直至标线干燥。

2 标线应平顺、光洁、均匀，厚度应满足设计要求，无具体规定时，标线厚度范围应符合表5.5.1的规定。

表 5.5.1 标线厚度范围

序号	标线种类	标线厚度范围 (mm)	备注
1	溶剂型涂料标线	0.3~0.8	湿膜
2	热熔型涂料标线	0.7~2.5	干膜
3	水性涂料标线	0.3~0.8	湿膜
4	双组份涂料标线	0.4~2.5	干膜
5	预成型标线带标线	0.3~2.5	干膜

3 反光标线玻璃珠含量、质量应满足设计要求，玻璃珠应撒布均匀，施划后标线应无起泡、剥落现象。

4 突起性标线的突起部分高度应为3~7mm；若有基线，基线的厚度应为1~2mm。

5.5.2 突起路标安装完成后顶部超出路面高度不得大于25mm。

5.5.3 立面标记施工应符合下列规定：

1 立面标记的位置应满足设计要求，无具体规定时，立面标记应涂至距地面2.5m以上的高度。

2 立面标记应为黄黑相间的倾斜线条，斜线倾角为45°，线宽及其间距为150mm，设置时应把向下倾斜的一边朝向行车道。

5.6 轮廓标、轮廓带

5.6.1 轮廓标施工应符合下列规定：

1 轮廓标安装高度、角度应满足设计要求，安装高度允许偏差为±20mm。

2 轮廓标应安装牢固，连接件安装后应进行防腐处理。

5.6.2 轮廓带施工应符合现行《公路交通安全设施施工技术规范》(JTG/T 3671)的有关规定。

5.7 施工质量控制标准

5.7.1 隧道内标志施工质量检查及控制标准应符合表 5.7.1 的规定。

表 5.7.1 隧道内标志施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	标志面逆反射系数	满足设计要求	每块板每种颜色测 3 点	逆反射系数测试仪测量
2	安装位置	满足设计要求,无具体规定时,允许偏差为 $\pm 50\text{cm}$	每块板测 2 点	钢卷尺、直尺测量
3	安装高度	满足设计要求,无具体规定时,允许偏差为 $(0, +50)\text{mm}$	每块板测 2 点	经纬仪、全站仪或激光测距仪测量

5.7.2 隧道外标志施工质量检查及控制标准应符合表 5.7.2 的规定。

表 5.7.2 隧道外标志施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	标志基础尺寸	满足设计要求,无具体规定时,允许偏差为 $(-50, +100)\text{mm}$	每个基础长度、宽度各测 2 点	钢卷尺、皮尺、直尺测量
2	基础顶面平整度	$\leq 4\text{mm}$	每个基础测 2 点	水平仪测量;对角拉线尺量最大间隙
3	立柱垂直度	$\leq 3\text{mm/m}$	每根柱测 2 点	垂线法或垂直度测试仪测量
4	柱式标志板、悬臂式和门架标志立柱的内缘与土路肩边缘线的距离	$\geq 250\text{mm}$	每处测 1 点	钢卷尺、皮尺测量
5	标志面逆反射系数	满足设计要求	每块板每种颜色测 3 点	逆反射系数测试仪测量
6	标志板下缘至路面净空高度	满足设计要求,无具体规定时,允许偏差为 $(0, +100)\text{mm}$	每块板测 2 点	经纬仪、全站仪或激光测距仪测量

5.7.3 电光标志施工质量检查及控制标准应符合表 5.7.3 的规定。

表 5.7.3 电光标志施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	安装位置	满足设计要求, 无具体规定时, 允许偏差为 $\pm 50\text{cm}$	100%	钢卷尺、直尺测量
2	安装高度	满足设计要求, 无具体规定时, 允许偏差为 $(0, +50)\text{mm}$	100%	钢卷尺、直尺测量
3	控制机箱接地连接	机箱接地线可靠连接到隧道接地干线上	100%	目测、手试检测
4	共用接地电阻	如外场设备的保护接地体和防雷接地体未分开设置, 则共用接地电阻 $\leq 1\Omega$	100%	接地电阻测量仪测量
5	电光标志的亮度	疏散指示标志为 $5 \sim 300\text{cd}/\text{m}^2$, 其他电光标志的白色部分为 $150 \sim 300\text{cd}/\text{m}^2$	100%	亮度计测量

5.7.4 标线施工质量检查及控制标准应符合表 5.7.4 的规定。

表 5.7.4 标线施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法	
1	标线线段长度 (mm)	6 000	每 1km 测 3 处, 每处测 3 个线段	皮尺测量	
		4 000			
		3 000			
		2 000			
		1 000			
2	标线宽度 (mm)	满足设计要求, 无具体规定时, 允许偏差为 $(0, +5)$	每 1km 测 3 处, 每处测 3 个线段	钢卷尺、直尺测量	
3	标线厚度 (干膜, mm)	溶剂型	每 1km 测 3 处, 每处测 6 点	标线厚度测量仪测量	
		热熔型			$(+0.50, -0.10)$
		水性			不小于设计值
		双组份			不小于设计值
		预成型标线带			不小于设计值
		突起型			突起高度
	基线厚度	不小于设计值			

续表 5.7.4

序号	检查项目		施工质量控制标准		检查数量	检查方法	
4	标线横向偏位 (mm)		≤30		每 1km 测 3 处, 每处测 3 点	钢卷尺、直尺 测量	
5	标线纵向间距 (mm)	9 000	满足设计要求, 无具体规定 时, 允许偏差为 ±45		每 1km 测 3 处, 每处测 3 点	皮尺测量	
		6 000	满足设计要求, 无具体规定 时, 允许偏差为 ±30				
		4 000	满足设计要求, 无具体规定 时, 允许偏差为 ±20				
		3 000	满足设计要求, 无具体规定 时, 允许偏差为 ±15				
6	逆反射亮度 系数 R_s ($\text{mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	非雨夜 反光 标线	I 级	白色	≥150	每 1km 测 3 处, 每处测 9 点	干湿表面逆反 射标线测试仪 测量
				黄色	≥100		
			II 级	白色	≥250		
				黄色	≥125		
			III 级	白色	≥350		
				黄色	≥150		
			IV 级	白色	≥450		
				黄色	≥175		
		雨雨夜 反光 标线	干燥	白色	≥350		
				黄色	≥200		
			潮湿	白色	≥175		
				黄色	≥100		
		立面 反光 标线	干燥	白色	≥400		
				黄色	≥350		
			潮湿	白色	≥200		
				黄色	≥175		
连续 降雨	白色	≥75					
	黄色	≥75					
连续 降雨	白色	≥100					
	黄色	≥100					

5.7.5 突起路标施工质量检查及控制标准应符合表 5.7.5 的规定。

表 5.7.5 突起路标施工质量控制及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	安装角度	满足设计要求, 无具体规定时, 允许偏差为 $\pm 5^\circ$	10%	角尺、经纬仪测量
2	纵向间距	满足设计要求, 无具体规定时, 允许偏差为 $\pm 50\text{mm}$	10%	钢卷尺、直尺测量
3	横向偏位	满足设计要求, 无具体规定时, 允许偏差为 $\pm 50\text{mm}$	10%	钢卷尺、直尺测量

5.7.6 轮廓标施工质量控制及控制标准应符合表 5.7.6 的规定。

表 5.7.6 轮廓标施工质量控制及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	安装角度	满足设计要求, 无具体规定时, 允许偏差为 $0^\circ \sim 5^\circ$	5%	角尺、经纬仪测量
2	反射器中心高度	满足设计要求, 无具体规定时, 允许偏差为 $\pm 20\text{mm}$	5%	钢卷尺、直尺测量
3	柱式轮廓标竖直度	满足设计要求, 无具体规定时, 允许偏差为 $\pm 10\text{mm/m}$	5%	垂线法或竖直度测量仪测量
4	主动发光轮廓标控制机箱接地连接	机箱接地线可靠连接到隧道接地干线上	100%	目测、手试检测
5	共用接地电阻	如外场设备的保护接地体和防雷接地体未分开设置, 则共用接地电阻 $\leq 1\Omega$	100%	接地电阻测量仪测量
6	主动发光轮廓标控制功能	可手动控制诱导设施的启动、停止	100%	功能检测

5.7.7 轮廓带施工质量控制及控制标准应符合表 5.7.7 的规定。

表 5.7.7 轮廓带施工质量控制及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	面向来车方向前倾角度	满足设计要求, 无具体规定时, 允许偏差为 $0^\circ \sim 5^\circ$	100%	角尺、经纬仪测量
2	逆反射系数 (反射型) 或亮度要求 (自发光型)	满足设计要求	100%	逆反射系数测试仪测量

6 通风设施

6.1 一般规定

6.1.1 通风设施施工内容应包括风机、通风环境检测与控制设备的安装、调试与检查。

6.1.2 通风设施施工应在具备下列条件时进行：

- 1 预埋件、预留洞室、预埋管道、预留基础、风道等的位置、数量和尺寸满足设计要求，预埋管道通畅。
- 2 风机机房位置、尺寸满足设计要求，机房装饰工程基本完成。
- 3 隧道内设备安装前，隧道装饰工程基本完成。
- 4 路面高程已确定。

6.2 设备材料检验

6.2.1 通风设施设备材料进场时，应按本规范第 3.0.3 条的有关规定进行一般性检查。

6.2.2 风机随机资料应完整，应有风机叶轮静（动）平衡校正试验、超转速试验、耐高温试验、耐机械振动试验、噪声试验、轴向推力试验的记录，叶片与轮毂的无损探伤记录等，各参数应满足设计要求。

6.2.3 风机支架热浸镀锌涂层测量所需基本测量面数量应符合表 6.2.3 的规定，单个基本测量面的测点不应少于 5 个，每个基本测量面镀锌涂层平均厚度不应小于 85 μm ，镀锌涂层均匀性不应小于 25%。

表 6.2.3 风机支架热浸镀锌涂层测量所需基本测量面数量

支架主要表面的面积	支架样本的基本测量面数量
$>2\text{m}^2$	≥ 3
$>100\text{cm}^2$ 且 $\leq 2\text{m}^2$	≥ 1
$\leq 100\text{cm}^2$	1

条文说明

镀锌涂层均匀性是指镀锌涂层的最大厚度、最小厚度与平均厚度之差的绝对值与平均值之比。

6.2.4 风机安装连接螺栓的品种、规格、性能应满足设计和设备技术文件要求。

6.3 射流风机

6.3.1 射流风机宜采用施工准备→预埋件测量→支架制作、焊接→载荷试验→风机吊装→线缆敷设与接线→单机和系统调试的施工流程。

6.3.2 应测算相邻预埋板的横向间距和高差,应根据测算数据、路面高程、设计和设备技术文件要求制作支架,风机安装就位后不得侵占隧道建筑限界。

6.3.3 支架和预埋件焊接时,应选用与预埋件相匹配的支架和焊接材料,焊接材料熔敷金属的力学性能不应低于相应母材标准的下限值或满足设计要求。

6.3.4 支架和预埋件定位焊时,定位焊缝厚度不应小于3mm,长度不应小于40mm,间距宜为300~600mm。

6.3.5 支架与预埋件正式施焊应采用分段对称焊接,堆焊高度应大于母材厚度。焊缝不得有咬边、夹渣及连续气孔,单个气孔不应大于1.5mm。

6.3.6 用化学植筋方式安装支架时应符合下列规定:

1 应检查植筋锚栓和锚固剂的检验报告,确认锚栓材料力学性能和锚固剂的锚固性能满足设计要求。

2 植筋施工点的衬砌混凝土强度等级应在C30以上,厚度应符合现行《混凝土结构后锚固技术规程》(JGJ 145)的有关规定。

3 锚孔的孔径、孔深尺寸应满足设计要求,锚孔应避免避开受力主筋。

4 置入锚固剂前,可用空气压力吹管等工具彻底吹净孔内碎渣和粉尘,再用丙酮擦拭孔道,并保持孔道干燥。

5 螺栓安装时,应以慢速电钻旋入螺杆,至锚固剂流出为止,不得直接敲入;锚固剂应填充密实。

6 植筋植入锚孔后,在固化完成前应按设备技术文件规定的养生条件进行固化养生,固化期间严禁扰动。

7 化学植筋焊接时,应避免高温对锚固剂产生不良影响。

6.3.7 悬挂安装的风机吊装前应做支撑结构载荷试验。载荷试验负荷应为风机重力与风机支架重力之和的 15 倍。载荷试验合格后，应及时对预埋件和焊缝进行防腐处理。

6.3.8 风机运转的正向应与设计要求的主要气流方向一致。

6.3.9 搬运和吊装风机的绳索，不得直接钩挂于消声筒上或直接捆绑在机壳上；吊装时应采取防止风机滑落的措施。

6.3.10 风机就位时，风机中心线与隧道中心线平行度允许偏差不应大于 100mm。

6.3.11 风机安装连接螺母应紧固，并应有防松动和减震装置。

6.3.12 风机应安装安全吊链，并保持适当的松弛度；当安全吊链受力时，应能承受风机及其支架的静荷载。

6.3.13 风机就位后，应对风机外壳、叶轮、消声器、风机防护网等进行检查，确认无松动，无明显破损、变形。

6.3.14 线缆应正确连接、整齐排列、牢固接线、规范成端、清晰标识。

6.3.15 风机外壳和接地端子应与隧道接地干线可靠连接。

6.4 轴流风机

6.4.1 轴流风机宜采用施工准备→基础制作→风机安装→消声器、风阀、风口检查门组装→风道组装、焊接、防腐→风机与风道连接→线缆敷设与接线→单机和系统调试的施工流程。

6.4.2 风机基础的位置、尺寸、强度和地脚螺栓的位置、规格应满足设计和设备技术文件要求。

6.4.3 风机安装前，应按设计图纸和相关建筑物的轴线、边缘线、高程线，划定安装的基准线。

6.4.4 风机安装前，宜采用型钢制作安装底座，安装底座应用垫片找正调平，安装完成后，垫片均应与安装底座用定位焊焊牢。

6.4.5 风机的搬运和吊装应符合下列规定：

- 1 整体出厂的风机搬运和吊装时，绳索不得捆绑在转子和机壳上盖及轴承上盖的吊耳上。
- 2 解体出厂的风机搬运和吊装时，绳索的捆绑不得损伤机件表面；转子和齿轮的轴颈、测量振动部位，不得作为捆绑部位；转子和机壳的吊装应保持水平。
- 3 转子和齿轮不应直接放在地上滚动或移动。

6.4.6 整体出厂的风机安装应符合下列规定：

- 1 机组的安装水平度和垂直度应在底座和机壳上进行检测，安装水平度和垂直度允许偏差不应大于 1mm/m。
- 2 风机的安装面应平整，与基础或平台应接触良好。
- 3 直联型风机的电动机轴心与机壳中心应保持一致；电动机支座下的调整垫片不应超过两层。

6.4.7 解体出厂的风机组装和安装应符合现行《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》(GB 50275) 的有关规定。

6.4.8 风机的进气、排气管路和其他管路安装，除应符合现行《工业金属管道工程施工规范》(GB 50235) 的有关规定外，尚应符合下列规定：

- 1 风机的进气、排气系统的管路、大型阀件、调节装置、冷却装置和润滑油系统等管路均应有单独的支撑，并与基础或其他建筑物连接牢固。
- 2 与风机进气口和排气口法兰相连的直管段上，不得有阻碍热胀冷缩的固定支撑。
- 3 各管路与轴流风机连接时，法兰面应对中并平行。
- 4 气路系统中补偿器的安装应按设备技术文件的规定执行。
- 5 管路与机壳连接时，机壳不应承受外力；连接后，应复测机组的安装水平程度和主要间隙，并满足设备技术文件要求。
- 6 风道与周围土建结构间的间隙应满足设备技术文件要求。
- 7 风机与风道应挠性连接。

6.4.9 风机消声器安装应符合下列规定：

- 1 消声器外观应平整，无起泡、折皱、剥落等缺陷。
- 2 消声器内所用吸消声材料应充填密实，厚薄均匀，无空隙，不脱落。
- 3 消声器各部位拼装贴合应紧密。
- 4 穿孔板应平整，孔眼光洁，排列均匀，无尖角毛刺，表面清洁，无污物或锈痕。
- 5 各纵向段应相互平行，前缘外端应处于与气流方向垂直的同一平面内，且与中间连接板结合牢固。
- 6 金属壳体式消声器与结构壁面安装结合应牢固可靠，在额定风量下不得出现松

动或振颤现象。

6.4.10 风机、风道安装完成后，应对风机外壳、叶轮，消声器、风机防护网、风阀、风道等进行检查，确保无松动，无明显破损、变形。

6.4.11 线缆应正确连接、整齐排列、牢固接线、规范成端、清晰标识。

6.4.12 风机外壳和接地端子应与隧道接地干线可靠连接。

6.5 通风环境检测与控制设备

6.5.1 通风环境检测设备施工内容应包括风速风向、一氧化碳、能见度、氮氧化物检测器等的安装、调试与检查。

6.5.2 检测器应避免在机械振动较大的区域安装。

6.5.3 能见度检测器的发射器和接收器之间不应有障碍物，间距应满足设备技术文件要求。

6.5.4 设备壳体应与隧道接地干线可靠连接。

6.5.5 控制箱（柜）安装应符合下列规定：

- 1 表面应无损伤，内部应无杂物、积水，金属构件应无锈蚀。
- 2 模块、电器元件的配置应满足设计要求。
- 3 安装应稳固，水平度和垂直度允许偏差不应大于 3mm/m。
- 4 宜采用下进出线方式，箱（柜）体内线缆应正确连接、整齐排列、牢固接线、规范成端、清晰标识。
- 5 强电端子对外壳绝缘电阻不应小于 50MΩ。
- 6 外壳和接地端子应与接地干线可靠连接。
- 7 进出线孔应采用防火材料封堵。
- 8 应配备电气原理图和接线图。

6.6 调试与检查

6.6.1 调试前检查应符合下列规定：

- 1 应确认风机安装位置、设备接线及润滑等满足设计和设备技术文件要求。
- 2 应确认风机无损伤，风机内无异物。

- 3 应盘动风机转子，不得有摩擦和碰刮。
- 4 应确认风机传动装置的外露部分、直接通大气的进口，其防护罩（网）应安装完毕。
- 5 轴流风机主机的进气管和与其连接的有关设备应清扫洁净。

6.6.2 应按设计和设备技术文件要求设置软启动器额定电流、过载类别、限流倍数及保护功能等参数。

6.6.3 风机通电后，应做点动检查，双向风机应作双向点动检查，确认风机运转正常，且风机启动电流不应大于规定值。

6.6.4 射流风机启动时间应满足设计要求，双向射流风机应在 30min 内实现 4 次换向，且工作无异常。

6.6.5 轴流风机试运转应符合下列规定：

- 1 启动时各部位应无异常现象。
- 2 启动在小负荷运转正常后，应逐渐增加风机的负荷，在规定的转速和最大出口压力下，直至轴承温度稳定后，连续运转时间不应少于 20min。
- 3 启动后调节叶片时，电流不得大于电动机的额定电流值；轴流风机运行时，严禁停留于喘振工况内。
- 4 试运行中，轴流风机在轴承表面测得的温度不得高于环境温度 40℃；轴承振动速度有效值不应大于 6.3mm/s。
- 5 试运行中，应检查管道的密封性，停机后应检查叶顶间隙。

6.6.6 风机试运行后，应检查确认紧固件无松动。

6.6.7 应在不同的环境条件下测试通风环境检测设备性能。

6.6.8 通风设施系统功能应满足设计要求，调试应符合下列规定：

- 1 应逐一测试风机手动/自动切换、启动、停止等本地控制功能，风机动作应正确、反馈应无误、运行应正常。
- 2 应逐一测试通风环境检测设备数据采集功能，设备数据采集应准确，设备运行应正常。
- 3 应测试现场区域控制单元与中央控制室通风控制计算机的通信功能，通信功能应正常。
- 4 应测试远程控制功能，现场通风设施应能准确接收远程控制指令，动作应正确、及时，反馈应无误。

6.7 施工质量控制标准

6.7.1 射流风机施工质量检查及控制标准应符合表 6.7.1 的规定。

表 6.7.1 射流风机施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	风机支架防腐涂层厚度	满足设计要求，无具体规定时，热浸镀锌涂层平均厚度 $\geq 85\mu\text{m}$ ，均匀性 $\geq 25\%$	100%	涂层测厚仪测量
2	风机的支撑结构强度和承载能力	满足设计要求，无具体规定时，载荷试验负荷应为风机重力与风机支架重力之和的 15 倍	100%	载荷试验
3	风机中心线与隧道中心线平行度允许偏差	$\leq 100\text{mm}$	100%	激光测量仪测量
4	净空高度	满足设计要求，不得侵入隧道建筑限界	100%	经纬仪或激光测距仪测量
5	风机接地连接	风机接地线可靠连接到隧道接地干线上	100%	目测、手试检测
6	共用接地电阻	如外场设备的保护接地体和防雷接地体未分开设置，则共用接地电阻 $\leq 1\Omega$	100%	接地电阻测试仪测量
7	风机运转时隧道断面平均风速	满足设计要求	100%	风速仪测量
8	响应时间	满足设计要求，无具体规定时，发送控制命令后至风机启动带动叶轮转动时的时间 $\leq 5\text{s}$	100%	秒表测量
9	风机全速运转时隧道噪声	满足设计要求	100%	声级计测量
10	方向可控性	能手动/自动控制风机改变送风方向	100%	实操检测
11	运行方式	风机具有手动、自动两种运行方式	100%	实操检测
12	远程控制模式	自动运行方式下，接收本地控制器或隧道管理站的信息，控制风机的启动、停止和送风方向	100%	实操检测

6.7.2 轴流风机施工质量检查及控制标准应符合表 6.7.2 的规定。

表 6.7.2 轴流风机施工质量控制及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	风机基础	满足设计要求, 无具体规定时, 允许偏差为 (-50, +100) mm	100%	钢卷尺、直尺测量和试件抗压强度测试
2	风机安装的水平度	$\leq 1 \text{ mm/m}$	100%	水平仪测量
3	风机安装的垂直度	$\leq 1 \text{ mm/m}$	100%	垂直度测量仪测量
4	风机接地连接	风机接地线可靠连接到隧道接地干线上	100%	目测、手试检测
5	共用接地电阻	如外场设备的保护接地体和防雷接地体未分开设置, 则共用接地电阻 $\leq 1\Omega$	100%	接地电阻测试仪测量
6	风机运转时隧道断面平均风速	满足设计要求	100%	风速仪测量
7	风机机房环境噪声	满足设计要求	100%	声级计测量
8	响应时间	满足设计要求, 无具体规定时, 发送控制命令后至风机启动带动叶轮开始转动时的时间 $\leq 5\text{s}$	100%	秒表测量
9	风阀启闭功能	满足设计要求	100%	实操检测
10	运行方式	风机具有手动、自动两种运行方式	100%	实操检测
11	远程控制模式	自动运行方式下, 接收本地控制器或隧道管理站的信息, 控制风机的启动、停止和送、排风方向	100%	实操检测
12	风速调节功能	接收手动、自动控制信号调节通风量	100%	实操检测
13	叶片角度调节和控制功能	风机静止时, 叶片角度可以进行调节和控制, 能显示叶片的实际角度	100%	实操检测
14	风道开闭功能	风道设有开关装置, 能对风道进行全开、全闭操作	100%	实操检测

6.7.3 通风环境检测设备施工质量检查及控制标准应符合表 6.7.3 的规定。

表 6.7.3 通风环境检测设备施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	环境设备接地连接	环境设备接地线可靠连接到隧道接地干线上	100%	目测、手试检测
2	共用接地电阻	如外场设备的保护接地体和防雷接地体未分开设置, 则共用接地电阻 $\leq 1\Omega$	100%	接地电阻测试仪测量

续表 6.7.3

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
3	一氧化碳检测器测量误差	满足设计要求, 无具体规定时, $\pm 1 \times 10^{-6}$	100%	一氧化碳比对或查阅相关资料
	能见度检测器测量误差	满足设计要求, 无具体规定时, $\pm 0.0002\text{m}^{-1}$	100%	能见度比对或查阅相关资料
	风速检测器测量误差	满足设计要求, 无具体规定时, $\pm 0.2\text{m/s}$	100%	风速比对或查阅相关资料
	风向检测器测量误差	满足设计要求, 无具体规定时, 正、反向方向正确	100%	标准方位盘比对或查阅相关资料
	氮氧化物检测器测量误差	满足设计要求	100%	氮氧化物比对或查阅相关资料
4	数据采集功能	具有采集一氧化碳、能见度、风速风向、氮氧化物等数据的功能	100%	实操检测
5	数据上传周期	满足设计要求	100%	实操检测
6	与风机的联动功能	满足设计要求	100%	实操检测

6.7.4 通风控制设备施工质量检查及控制标准应符合表 6.7.4 的规定。

表 6.7.4 通风控制设备施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	控制柜(箱)防腐涂层厚度	满足设计要求, 无具体规定时, 符合现行《公路交通工程钢构件防腐技术条件》(GB/T 18226)的有关规定	100%	涂层测厚仪测量
2	控制柜(箱)绝缘电阻	强电端子对机壳 $\geq 50\text{M}\Omega$	100%	500V 绝缘电阻测试仪测量
3	控制柜(箱)接地连接	柜(箱)接地线可靠连接到隧道接地干线上	100%	目测、手试检测
4	共用接地电阻	如外场设备的保护接地体和防雷接地体未分开设置, 则共用接地电阻 $\leq 1\Omega$	100%	接地电阻测试仪测量

7 照明设施

7.1 一般规定

7.1.1 照明设施施工内容应包括隧道内照明灯具、隧道外引道照明灯具、照明配电箱、照明检测与控制设备的安装、调试与检查。

7.1.2 照明设施施工应在具备下列条件时进行：

- 1 预留洞室、预埋管道等的位置、数量和尺寸符合设计要求，预埋管道通畅。
- 2 隧道内照明设施安装前，隧道装饰工程基本完成，隧道路面高程已确定。
- 3 隧道外照明设施安装前，与隧道外设备基础相关的路基及桥梁防撞护栏等已完成，路面高程已确定。

7.2 设备材料检验

7.2.1 照明设施设备材料进场时，应按本规范第 3.0.3 条的有关规定进行一般性检查。

7.2.2 灯具应无防腐层剥落、灯罩破裂等现象，隧道内灯具底座调节范围应满足设计要求。

7.2.3 杆件壁厚及防腐涂层厚度应满足设计要求，防腐涂层厚度无具体规定时，应符合现行《公路工程钢构件防腐技术条件》(GB/T 18226)的有关规定。

7.2.4 洞外照明检测设备应配置遮光罩，并应有减震装置。

7.3 隧道内照明灯具

7.3.1 隧道内照明灯具宜采用施工准备→定位放样→底座安装→灯具安装及接线→回路通电测试→系统调试的施工流程。

7.3.2 灯具底座横向安装位置和纵向间距应满足设计要求，横向允许偏差不大于

20mm，纵向允许偏差不大于 30mm。

7.3.3 灯具安装前，应按设计要求对灯具底座做载荷试验。无具体规定时，载荷试验负荷应为底座及灯具重力之和的 5 倍。

7.3.4 灯具安装应牢固可靠、整齐美观、线形流畅，灯具安装角度应满足设计要求。

7.3.5 照明灯具接线宜轮流接入 A、B、C 相，三相负荷应基本平衡；灯具接线应正确连接、整齐排列、牢固接线、规范成端、清晰标识；灯具进出线孔应密封。

7.3.6 灯具外壳应与隧道接地干线可靠连接。

7.4 隧道外引道照明灯具

7.4.1 隧道外引道照明灯具宜采用施工准备→定位放样→基础制作→灯具、灯杆组装及吊装→接线→回路通电测试→系统调试的施工流程。

7.4.2 隧道外引道照明灯具安装方位和纵向间距应满足设计要求，纵向间距允许偏差不应大于 2%，安装轴线应与车道中心线平行。

7.4.3 隧道外引道照明灯杆与架空供电线路的安全距离应符合现行《66kV 及以下架空电力线路设计规范》(GB 50061) 及《(110~500) kV 架空送电线路设计技术规程》(DL/T 5092) 的有关规定。

7.4.4 灯杆竖直度允许偏差不应大于 3mm/m。

7.4.5 线缆应正确连接、整齐排列、牢固接线、规范成端、清晰标识。灯臂、灯杆内的线缆不得有中间接头。

7.4.6 灯具外壳和杆体应与隧道接地干线可靠连接。

7.5 照明配电箱、照明检测与控制设备

7.5.1 照明配电箱（柜）和控制箱（柜）安装应按本规范第 6.5.5 条的有关规定执行。

7.5.2 亮度检测器安装位置和高度应满足设计要求，无具体规定时，应符合下列

规定:

1 隧道外亮度检测器安装位置应距离洞口一个停车视距,安装高度宜为 2.5m,检测器探头方向应指向洞口中心。

2 隧道内亮度检测器应安装在洞内距离隧道洞口一倍净高的隧道侧壁上,安装高度宜为 2.5m。检测器探头方向应指向行车前进方向。

条文说明

1 停车视距 (stopping sight distance) 是指车辆以一定速度行驶中,驾驶员自看到前方障碍物时起,至到达障碍物前安全停车所需要的最短行驶距离。具体取值可以参考现行《公路工程技术标准》(JTG B01) 的有关规定。

7.5.3 隧道外亮度检测器杆体垂直度允许偏差不应大于 3mm/m。

7.5.4 照明检测与控制设备接地端子应与隧道接地干线可靠连接。

7.6 调试与检查

7.6.1 通电调试前应检查、核对各设备的安装和接线,每个回路的绝缘电阻不应小于 0.5M Ω 。

7.6.2 依次开启各照明回路时,对应回路灯具应工作正常。

7.6.3 各照明段亮度、路面平均亮度、路面亮度总均匀度和路面亮度纵向均匀度应满足设计要求。

7.6.4 紧急停车带、人行横通道、车行横通道亮度应满足设计要求。

7.6.5 应测试调光控制功能,确认亮度调节范围满足设计要求。

7.6.6 隧道外亮度检测器与隧道内亮度检测器输出参数的误差应满足设计要求,无具体规定时,与实测值误差不应大于 2%。

7.6.7 照明设施的系统功能应满足设计要求,调试应符合下列规定:

- 1 手动控制、远程控制、定时控制、亮度检测自动控制等功能应满足设计要求。
- 2 应逐一测试照明回路手动/自动切换、开启、关闭等本地控制功能,灯具启闭应正确、反馈应无误、运行应正常。
- 3 应逐一测试亮度检测器数据采集功能,设备数据采集应准确,设备运行应正常。

4 应测试现场区域控制单元与中央控制室照明控制计算机的通信功能，通信功能应正常。

5 应测试远程控制功能，现场照明设施应能准确接收远程控制指令，动作应正确、及时，反馈应无误。

6 应测试断电恢复功能，加电或系统重启后可自动运行原预设方案。

7.7 施工质量控制标准

7.7.1 隧道内照明灯具施工质量检查及控制标准应符合表 7.7.1 的规定。

表 7.7.1 隧道内照明灯具施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	灯具底座载荷试验	不小于所支撑的设备和支撑系统本身重量之和的 5 倍	单洞各型号灯具首件	载荷试验
2	灯具净空	满足设计要求，不侵入隧道建筑限界	100%	激光测距仪测量
3	灯具的安装偏差	满足设计要求，横向偏差 $\leq 20\text{mm}$ ，纵向偏差 $\leq 30\text{mm}$	100%	钢卷尺、皮尺测量
4	灯具线型	整齐美观，线型流畅	100%	目测检测
5	绝缘电阻	强电端子对机壳 $\geq 50\text{M}\Omega$	100%	500V 绝缘电阻测试仪测量
6	控制柜机箱接地连接	机箱接地线可靠连接到隧道接地汇流排上	100%	目测、手试检测
7	共用接地电阻	如外场设备的保护接地体和防雷接地体未分开设置，则共用接地电阻 $\leq 1\Omega$	100%	接地电阻测量仪测量
8	路面平均亮度（入口段、过渡段、中间段、出口段）	满足设计要求	100%	亮度计测量
9	紧急停车带路面平均亮度	满足设计要求	100%	亮度计测量
10	紧急停车带显色指数	满足设计要求，无具体规定时： ≥ 80	100%	光谱辐射计测量
11	人行横洞和车行横洞照明平均亮度	满足设计要求，无具体规定时： $\geq 1.0\text{cd}/\text{m}^2$	100%	亮度计测量
12	路面亮度总均匀度	满足设计要求，无具体规定时： ≥ 0.3	100%	亮度计测量
13	路面亮度纵向均匀度	满足设计要求，无具体规定时： ≥ 0.5	100%	亮度计测量

续表 7.7.1

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
14	照明相关色温	满足设计要求, 无具体规定时: $\leq 6500\text{K}$	100%	光谱辐射计测量
15	基本照明折减 50% (20%) 的情况下, 照明显色指数	≥ 65	100%	光谱辐射计测量
16	路墙亮度比	路面左、右两侧墙面 2m 高范围内的平均亮度 \geq 路面平均亮度的 60%	100%	亮度计测量
17	灯具开闭可调	照明回路组的启动时间、间隔可调	100%	实操检测
18	照明控制方式	满足设计要求, 无具体规定时照明具有手动、自动两种控制方式	100%	实操检测
19	应急照明	主供电回路断电时, 应急照明灯能自动开启	100%	实操检测
20	照明灯具调光功能	采用 LED 灯作照明灯具的隧道, 具有手动或自动调节灯具发光亮度的功能	100%	实操检测
21	断电恢复功能	测试断电恢复功能, 加电或系统重启后可自动运行原预设方案	100%	实操检测

7.7.2 隧道外引道照明灯具施工质量检查及控制标准应符合表 7.7.2 的规定。

表 7.7.2 隧道外引道照明灯具施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	基础模板内空	满足基础外形尺寸要求, 允许偏差为 $\pm 20\text{mm}$	100%	钢卷尺、皮尺、直尺测量
2	基础尺寸	满足设计要求, 无具体规定时, 允许偏差为 $(-50, +100)\text{mm}$	100%	钢卷尺、皮尺、直尺测量
3	基础混凝土强度	满足设计要求	100%	试件抗压强度测试
4	灯杆壁厚	满足设计要求	100%	超声波测厚仪测量
5	金属灯杆防腐涂层	满足设计要求, 无具体规定时, 符合现行《公路交通工程钢结构防腐技术条件》(GB/T 18226) 的有关规定	100%	涂层测厚仪测量
6	灯杆垂直度	$\leq 3\text{mm/m}$	100%	全站仪或垂直度测量仪测量
7	灯杆纵向间距	间距偏差不应大于设计要求的 $\pm 2\%$	100%	皮尺测量

续表 7.7.2

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
8	灯具安装轴线	安装轴线与车道中心线平行	100%	目测检测
9	隧道外引道照明灯具与架空供电线路的安全距离	符合现行《66kV及以下架空电力线路设计规范》(GB 50061)及《(110~500)kV架空送电线路设计技术规程》(DL/T 5092)的有关规定	100%	目测检测
10	灯杆防雷接地电阻	满足设计要求,无具体规定时,单独接地时: $\leq 10\Omega$, 共用接地时: $\leq 1\Omega$	100%	接地电阻测试仪测量
11	照明设备控制装置的保护接地电阻	$\leq 4\Omega$	100%	接地电阻测试仪测量
12	路面平均亮度	满足设计要求,无具体规定时: $\geq 2\text{cd}/\text{m}^2$	100%	亮度计测量
13	路面亮度总均匀度	满足设计要求,无具体规定时: ≥ 0.4	100%	亮度计测量
14	路面亮度纵向均匀度	满足设计要求,无具体规定时: ≥ 0.7	100%	亮度计测量
15	照明控制方式	满足设计要求,无具体规定时具有自动、手动两种控制方式	100%	实操检测

7.7.3 照明检测与控制设备施工质量检查及控制标准应符合表 7.7.3 的规定。

表 7.7.3 照明检测与控制设备施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	共用接地电阻	如外场设备的保护接地体和防雷接地体未分开设置,则共用接地电阻 $\leq 1\Omega$	100%	接地电阻测量仪测量
2	隧道亮度检测器测量误差	满足设计要求,无具体规定时,测量误差为 $\pm 2\%$	100%	亮度计比对或查阅相关资料
3	数据上传周期	满足设计要求	100%	实操检测
4	亮度传感器与照明设备的联动功能	满足设计要求	100%	功能检测
5	控制柜(箱)防腐涂层厚度	满足设计要求,无具体规定时,符合现行《公路工程工程钢构件防腐技术条件》(GB/T 18226)的有关规定	100%	涂层测厚仪测量
6	控制柜(箱)绝缘电阻	强电端子对机壳 $\geq 50M\Omega$	100%	500V 绝缘电阻测试仪测量
7	控制柜(箱)接地连接	柜(箱)接地线可靠连接到隧道接地干线上	100%	目测、手试检测

8 交通监控设施

8.1 一般规定

8.1.1 交通监控设施施工内容应包括交通监测设施、交通控制与诱导设施等的安装、调试与检查。

8.1.2 交通监控设施施工应在具备下列条件时进行：

- 1 预留洞室、预埋管道、预埋件、预留基础等的位置、数量和尺寸满足设计要求，预埋管道通畅。
- 2 隧道内设备安装前，隧道装饰工程基本完成；控制室、机房、变电所设备安装前，室内装饰工程已完成。
- 3 与隧道外设备基础相关的路基及桥梁防撞护栏等已完成，路面高程已确定。
- 4 IP 地址分配、VLAN 划分等已完成。

8.2 设备材料检验

8.2.1 交通监控设施设备材料进场时，应按本规范第 3.0.3 条的有关规定进行一般性检查。

8.2.2 杆件壁厚及防腐涂层厚度应满足设计要求，防腐涂层厚度无具体规定时，应符合现行《公路交通工程钢构件防腐技术条件》(GB/T 18226) 的有关规定。

8.2.3 设备接口类型、电压等级、防护等级等应满足设计要求。

8.3 交通监测设施

8.3.1 交通监测设施施工内容应包括摄像机、环形线圈车辆检测器、微波车辆检测器、视频车辆检测器、视频事件检测器等设备的安装、调试与检查。

8.3.2 摄像机宜采用施工准备→定位放样→基础制作、底座安装→立柱吊装、支架

安装→摄像机安装及接线→单机和系统调试的施工流程。

8.3.3 摄像机安装前准备工作应符合下列规定：

- 1 应检查摄像机底座和支架的尺寸，确认满足设备安装要求。
- 2 摄像机装配过程中应防止粉尘污染。
- 3 摄像机装配完成后，摄像机在防护罩内应紧固。
- 4 应逐台通电检查，确认摄像机工作正常。

8.3.4 摄像机安装应符合下列规定：

- 1 安装高度应满足设计要求。
- 2 搬运、架设过程中不得打开镜头盖。
- 3 应调整镜头角度，确认视场覆盖范围满足监视要求。
- 4 摄像机镜头应避免强光直射，视场内不应有遮挡监视目标的物体。
- 5 安装应牢固，线缆应正确连接、整齐排列、牢固接线、规范成端、清晰标识。
- 6 控制箱安装应按本规范第 6.5.5 条的有关规定执行。
- 7 隧道外摄像机立柱垂直度允许偏差不应大于 5mm/m。

8.3.5 环形线圈车辆检测器宜采用施工准备→定位放样→路面清洗→线槽切割、清洗、干燥→线圈安装→线槽封装→检测器安装及接线→单机和系统测试的施工流程。

8.3.6 环形线圈车辆检测器安装应符合下列规定：

- 1 线圈安装范围内不应有伸缩缝、切割缝、金属构件等。
- 2 线槽切缝应平直，在锐角或直角处应倒角。线槽切割后应清洗、干燥。
- 3 线圈不应有中间接头、断裂、打结或外皮磨损。
- 4 线圈敷设后应测量线圈绝缘电阻及电感量，测量结果应满足设计和设备技术文件要求。
- 5 线圈及线圈引出馈线应为完整电缆。馈线应扭绞结花。
- 6 敷设完成后，宜采用环氧树脂封装，封装时应避免产生气泡。

8.3.7 微波车辆检测器宜采用施工准备→定位放样→基础制作→立柱吊装→检测器安装及接线→单机和系统调试的施工流程。

8.3.8 微波车辆检测器安装应符合下列规定：

- 1 检测器安装高度、角度应满足设计要求；检测距离应覆盖所选定标准车道的远、近端。
- 2 检测器应安装牢固，线缆应正确连接、整齐排列、牢固接线、规范成端、清晰标识。

- 3 控制箱安装应按本规范第 6.5.5 条的有关规定执行。
- 4 立柱竖直度允许偏差不应大于 5mm/m。

8.3.9 视频车辆检测器宜采用施工准备→视频采集端安装→视频处理主机安装及接线→检测器软件安装→单机和系统调试的施工流程。

8.3.10 视频车辆检测器安装应符合下列规定：

- 1 视频采集端设备安装应按本规范第 8.3.4 条的有关规定执行。
- 2 视频采集端设备视场应覆盖检测区域，检测区域内不应有遮挡监视目标的物体。
- 3 视频处理主机应安装牢固，线缆正确连接、整齐排列、牢固接线、规范成端、清晰标识。
- 4 应按设备技术文件要求设置检测器软件的车道区域和检测区域。

8.3.11 视频事件检测器宜采用施工准备→视频采集端安装→视频检测处理器安装及接线→视频检测管理软件安装→单机和系统调试的施工流程。

8.3.12 视频事件检测器安装应符合下列规定：

- 1 视频采集端设备安装应按本规范第 8.3.4 条的有关规定执行。
- 2 视频采集端设备视场应覆盖检测区域，检测区域内不应有遮挡监视目标的物体。
- 3 视频检测处理器应安装牢固，线缆正确连接、整齐排列、牢固接线、规范成端、清晰标识。
- 4 视频检测管理软件的检测区域和典型事件设置应满足设计要求。

8.4 交通控制与诱导设施

8.4.1 交通控制与诱导设施施工内容应包括交通信号灯、车道指示器、可变信息标志、可变限速标志、区域控制单元、工业以太网交换机等的安装、调试与检查。

8.4.2 交通控制与诱导设施宜采用施工准备→定位放样→基础制作、底座安装→立柱吊装、支架安装→设备安装及接线→单机和系统调试的施工流程。

8.4.3 交通信号灯、车道指示器、可变信息标志、可变限速标志的安装应符合下列规定：

- 1 应测量设备高度，根据设备高度、路面高程、设计和设备技术文件要求制作支架，并应确保设备就位后不侵占隧道建筑限界。
- 2 安装时使用的固定螺栓、螺母、垫圈应采用热镀锌件，并用弹簧垫圈压紧。
- 3 交通信号灯立柱垂直度和悬臂水平度允许偏差不应大于 5mm/m。

- 4 同一断面的车道指示器安装基准线应与行车中心线垂直且安装高度一致。
- 5 隧道内可变信息标志底座安装完成后应做载荷试验，载荷试验负荷应满足设计要求，无具体规定时，载荷试验负荷应为设备和支架重力之和的5倍。
- 6 显示屏安装应牢固，拼接应紧密，拼缝不得透光、歪曲。屏体水平度和垂直度允许偏差不应大于3mm/m。
- 7 控制箱安装应按本规范第6.5.5条的有关规定执行。
- 8 线缆应正确连接、整齐排列、牢固接线、规范成端、清晰标识。

8.4.4 区域控制单元安装应符合下列规定：

- 1 控制箱安装应按本规范第6.5.5条的有关规定执行。
- 2 应核对中央处理器、输入输出、电源等模块配置，确认满足设计要求。
- 3 区域控制单元各模块与设备连线应正确连接、整齐排列、牢固接线、规范成端、清晰标识。
- 4 区域控制单元账户、权限、网络等设置应正确。
- 5 程序应按设计功能编制，并按产品手册下载。

8.4.5 工业以太网交换机安装应符合下列规定：

- 1 应预留必要的设备散热空间。
- 2 应安装牢固，线缆应正确连接、整齐排列、牢固接线、规范成端、清晰标识。
- 3 收发光口应正确对应。
- 4 IP地址设置、VLAN划分等应满足网络规划要求，网络冗余功能应满足设计要求。

8.5 调试与检查

8.5.1 摄像机调试与检查应符合下列规定：

- 1 应调整自动光圈、焦距等，确认图像画面清晰；应调整视场角度，确认监视画面连续、监视角度基本一致。
- 2 应测试云台水平、垂直转动等功能，测试结果应满足设计要求。
- 3 应测试摄像机变焦、变倍、预置位等功能，测试结果应满足设计要求。

8.5.2 环形线圈车辆检测器调试与检查应符合下列规定：

- 1 检测器每个通道的灵敏度设置应满足设计要求。
- 2 应测试传输性能、复原功能、自诊断与告警功能等，测试结果应满足设计要求。
- 3 应进行车流量、车速相对误差等现场测试，测试结果应满足设计要求。
- 4 车辆检测器复位或重新设置后，存储和通信功能应正常。

8.5.3 微波车辆检测器调试与检查应符合下列规定：

- 1 应调整检测器安装角度，满足设备检测要求。
- 2 应设置检测车道数量、检测器灵敏度、统计周期、上报模式等参数，满足设备检测要求。
- 3 应测试传输性能、复原功能、自诊断与告警功能、车流量及车速相对误差等，测试结果应满足设计要求。

8.5.4 视频车辆检测器调试与检查应符合下列规定：

- 1 应调试摄像机自动光圈、焦距、视场角度等参数，接入视频清晰度、视场检测范围等应满足设备检测要求。
- 2 应设置车道区域、检测区域、统计周期、告警、校时等参数，确认满足设计和设备技术文件要求。
- 3 应测试本地存储、复原、自诊断与告警等功能，测试结果应满足设计要求。
- 4 应进行车流量、车速相对误差等现场测试，测试结果应满足设计要求。

8.5.5 视频事件检测器调试与检查应符合下列规定：

- 1 应调整摄像机自动光圈、焦距、视场角度等，确认接入视频清晰度、视场检测范围等满足设备检测要求。
- 2 应正确设置事件基本信息、事件种类、检测区域、检测灵敏度、报警优先级、统计周期、告警、校时等参数，确认满足设计和设备技术文件要求。
- 3 应测试停止、逆行、行人、抛洒物、拥堵、机动车驶离等典型事件检测功能，确认事件检测功能及事件检测率满足设计要求。
- 4 应测试自动录像、自诊断和报警、时钟同步等功能，测试结果应满足设计要求。

8.5.6 交通信号灯、车道指示器应检查设备接线线序，确认显示状态正确。

8.5.7 可变信息标志调试与检查应符合下列规定：

- 1 应测试全红、全绿、横条、竖条等全屏显示，不应出现黑点或模块不亮等现象。
- 2 应测试内置列表播放、上位机信息字库列表播放、随机即时信息播放等。信息播放内容与显示信息应一致。
- 3 应测试显示屏平均亮度及亮度调节功能等，测试结果应满足设计要求。
- 4 应测试静态视认距离、动态视认距离、视认角等，测试结果应满足设计要求，当无具体规定时，应符合现行《高速公路 LED 可变信息标志》(GB/T 23828) 的有关规定。
- 5 应测试自检功能、复原功能等，测试结果应满足设计要求。

条文说明

- 4 视认距离是指驾驶员能清楚识别交通标志上的图案和符号文字的必要距离。

8.5.8 区域控制单元调试与检查应符合下列规定：

- 1 应测试本地控制功能，所辖区域内下端设备动作应正确、反馈应无误、运行应正常。
- 2 应测试与中央控制室交通控制计算机通信功能，通信应正常。
- 3 应进行模拟测试，通信链路故障时，本地控制功能应正常；通信恢复正常后，应能正确反馈当前的控制状态。
- 4 应测试断电恢复功能，加电或系统重启后可自动运行原预设方案。

8.5.9 工业以太网交换机调试与检查应符合下列规定：

- 1 应测试光纤衰减，检查交换机收发光口的对应情况，确认交换机无异常。
- 2 业务、接口、安全、自愈等功能应满足设计要求，无具体规定时，应符合现行《工业以太网交换机技术规范》（GB/T 30094）的有关规定。
- 3 可信性、转发性能、冗余网络恢复性能应满足设计要求，无具体规定时，应符合现行《工业以太网交换机技术规范》（GB/T 30094）的有关规定。

8.6 施工质量控制标准

8.6.1 摄像机施工质量检查及控制标准应符合表 8.6.1 的规定。

表 8.6.1 摄像机施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	基础模板内空	满足基础外形尺寸要求，允许偏差为 $\pm 20\text{mm}$	100%	钢卷尺、皮尺、直尺测量
2	基础尺寸	满足设计要求，无具体规定时，允许偏差为 $(-50, +100)\text{mm}$	100%	钢卷尺、皮尺、直尺测量
3	基础混凝土强度	满足设计要求	100%	试件抗压强度测试
4	立柱壁厚	满足设计要求	100%	超声波测厚仪测量
5	立柱防腐涂层厚度	满足设计要求，无具体规定时，应符合现行《公路交通工程钢构件防腐技术条件》（GB/T 18226）的有关规定	100%	涂层测厚仪测量
6	立柱竖直度或悬臂水平度	$\leq 5\text{mm/m}$	100%	全站仪或竖直度测量仪测量
7	支架、吊架偏差	$\leq 3\text{mm/m}$	100%	全站仪或竖直度测量仪测量
8	绝缘电阻	强电端子对机壳 $\geq 50\text{M}\Omega$	100%	500V 绝缘电阻测试仪测量

续表 8.6.1

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
9	保护接地电阻	$\leq 4\Omega$	100%	接地电阻测量仪测量
10	防雷接地电阻	$\leq 10\Omega$	100%	接地电阻测量仪测量
11	共用接地电阻	如外场设备的保护接地体和防雷接地体未分开设置, 则共用接地电阻 $\leq 1\Omega$	100%	接地电阻测量仪测量
12	隧道外摄像机安装稳定性	受大风影响或接受变焦、转动等控制时, 画面动作平滑、无抖动	100%	实操检测
13	图像质量	标清图像: 雪花 (≥ 4 分)、网纹 (≥ 4 分)、黑白滚道 (≥ 4 分)、跳动 (≥ 4 分) 高清图像: 失真 (≥ 4 分)、拖尾 (≥ 4 分)、跳帧 (≥ 4 分)、抖动 (≥ 4 分)、马赛克 (≥ 4 分)	100%	人工 (不少于 3 人) 主观评分
14	云台水平转动角度	满足设计要求, 无具体规定时, 水平 $\geq 350^\circ$	100%	实操检测
15	云台垂直转动角度	满足设计要求, 无具体规定时, 上仰 $\geq 15^\circ$, 下俯 $\geq 90^\circ$	100%	实操检测
16	监视范围	满足设计要求	100%	实操检测
17	自动光圈调节	自动调节	100%	实操检测
18	调焦功能	快速自动聚焦	100%	功能检测
19	变倍功能	可变倍	100%	功能检测

8.6.2 环形线圈车辆检测器、微波车辆检测器和视频车辆检测器施工质量检查及控制标准应符合表 8.6.2 的规定。

表 8.6.2 环形线圈车辆检测器、微波车辆检测器和视频车辆检测器施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	基础模板内空	满足基础外形尺寸要求, 允许偏差为 $\pm 20\text{mm}$	100%	钢卷尺、皮尺、直尺测量
2	基础尺寸	满足设计要求, 无具体规定时, 允许偏差为 $(-50, +100)\text{mm}$	100%	钢卷尺、皮尺、直尺测量
3	基础混凝土强度	满足设计要求	100%	试件抗压强度测试
4	立柱壁厚	满足设计要求	100%	超声波测厚仪测量
5	立柱防腐涂层厚度	满足设计要求, 无具体规定时, 应符合现行《公路交通工程钢构件防腐技术条件》(GB/T 18226) 的有关规定	100%	涂层测厚仪测量

续表 8.6.2

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
6	立柱竖直度	$\leq 5\text{mm/m}$	100%	全站仪或竖直度测量仪测量
7	安装高度、角度	满足设计要求, 无具体规定时, 应满足设备技术文件的要求	100%	测距仪和角度测量仪测量
8	绝缘电阻	强电端子对机壳 $\geq 50\text{M}\Omega$	100%	500V 绝缘电阻测试仪测量
9	保护接地电阻	$\leq 4\Omega$	100%	接地电阻测量仪测量
10	防雷接地电阻	$\leq 10\Omega$	100%	接地电阻测量仪测量
11	共用接地电阻	如外场设备的保护接地体和防雷接地体未分开设置, 则共用接地电阻 $\leq 1\Omega$	100%	接地电阻测量仪测量
12	环形线圈电感量	当电感量在 $50 \sim 700\mu\text{H}$ 时, 检测器应能正常工作	100%	电感表或万用电表测量
13	车流量相对误差	线圈 $\leq 2\%$ 微波、视频 $\leq 5\%$	100%	人工计数测量与采集结果比较
14	车速相对误差	$\leq 5\%$	100%	测速仪测量与采集结果比较, 取各检测车辆车速误差绝对值和平均值
15	传输性能	24h 观察时间内失步现象 ≤ 1 次或 $\text{BER} \leq 10^{-4}$; 以太网传输丢包率 $\leq 0.1\%$	100%	数据传输测试仪或网络测试仪测量
16	自检功能	自动检测设备运行状态, 故障时实时传送故障信息	100%	功能检测
17	复原功能	加电后, 设备能自动恢复到正常通信状态, 并被上位机或控制系统识别, 断电或故障前存储数据保持不变	100%	功能检测

8.6.3 视频事件检测器施工质量检查及控制标准应符合表 8.6.3 的规定。

表 8.6.3 视频事件检测器施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	图像质量	标清图像: 雪花 (≥ 4 分)、网纹 (≥ 4 分)、黑白滚道 (≥ 4 分)、跳动 (≥ 4 分) 高清图像: 失真 (≥ 4 分)、拖尾 (≥ 4 分)、跳帧 (≥ 4 分)、抖动 (≥ 4 分)、马赛克 (≥ 4 分)	100%	人工 (不少于 3 人) 主观评分

续表 8.6.3

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
2	事件检测率	满足设计要求, 无具体规定时, 有效检测范围内: $\geq 90\%$	100%	白天现场模拟事件进行检验或播放标准事件源视频检验
3	有效检测范围	满足设计要求, 无具体规定时, 停止事件: $\geq 300\text{m}$; 逆行事件: $\geq 200\text{m}$; 行人事件: $\geq 100\text{m}$; 抛洒物事件: $\geq 100\text{m}$; 机动车驶离事件: $\geq 200\text{m}$	100%	白天现场模拟事件进行检验或播放标准事件源视频检验
4	典型事件检测功能	具备停止、逆行、行人、抛洒物、机动车驶离等事件检测功能	100%	功能检测
5	自动录像功能	系统自动捕获并存储交通事件发生过程的影像, 能按要求设定记录时间	100%	功能检测
6	自诊断和报警功能	视频信号丢失、系统设备故障、网络通信故障等情况发生时, 系统能自诊断、记录并报警	100%	功能检测

8.6.4 交通控制与诱导信息发布设备施工质量检查及控制标准应符合表 8.6.4 的规定。

表 8.6.4 交通控制与诱导信息发布设备施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	基础模板内空	满足基础外形尺寸要求, 允许偏差为 $\pm 20\text{mm}$	100%	钢卷尺、皮尺、直尺测量
2	基础尺寸	满足设计要求, 无具体规定时, 允许偏差为 $(-50, +100)\text{mm}$	100%	钢卷尺、皮尺、直尺测量
3	基础混凝土强度	满足设计要求	100%	试件抗压强度测试
4	立柱壁厚	满足设计要求	100%	超声波测厚仪测量
5	立柱防腐涂层厚度	满足设计要求, 无具体规定时, 应符合现行《公路交通工程钢构件防腐技术条件》(GB/T 18226) 的有关规定	100%	涂层测厚仪测量
6	立柱竖直度	$\leq 5\text{mm/m}$	100%	全站仪或竖直度测量仪测量
7	隧道内可变信息标志吊装支撑结构强度和承载能力	满足设计要求, 无具体规定时, 应满足静荷载 5 倍要求	100%	载荷试验
8	设备安装高度	满足设计要求	100%	测距仪测量

续表 8.6.4

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
9	屏体垂直度	$\leq 3\text{mm/m}$	100%	全站仪或垂直度测量仪测量
10	屏体水平度	$\leq 3\text{mm/m}$	100%	全站仪或水平测量仪测量
11	绝缘电阻	强电端子对机壳 $\geq 50\text{M}\Omega$	100%	500V 绝缘电阻测试仪测量
12	保护接地电阻	$\leq 4\Omega$	100%	接地电阻测量仪测量
13	防雷接地电阻	$\leq 10\Omega$	100%	接地电阻测量仪测量
14	共用接地电阻	如外场设备的保护接地体和防雷接地体未分开设置, 则共用接地电阻 $\leq 1\Omega$	100%	接地电阻测量仪测量
15	静态视认距离、动态视认距离、视认角	满足设计要求, 无具体规定时, 应符合现行《高速公路 LED 可变信息标志》(GB/T 23828) 的有关规定	100%	实操检测
16	显示屏平均亮度	亮度满足设计要求, 无具体规定时, 外场可变信息标志、可变限速标志最大亮度 $\geq 8000\text{cd/m}^2$, 隧道内可变信息标志最大亮度 $\geq 5000\text{cd/m}^2$, 车道指示器、交通信号灯最大亮度 $\geq 1500\text{cd/m}^2$	100%	亮度计测量
17	数据传输性能	24h 观察时间内失步现象 ≤ 1 次或 BER $\leq 10^{-8}$; 以太网传输丢包率 $\leq 0.1\%$	100%	数据传输测试仪或网络测试仪测量
18	自检功能	能向监控中心计算机提供显示内容的确认信息及本机工作状态自检信息	100%	功能检测
19	显示内容	及时、正确显示监控中心计算机发送的内容	100%	实操检测
20	亮度调节功能	可变信息标志、可变限速标志能根据环境亮度自动调节显示屏的亮度	100%	功能检测
21	复原功能	加电后, 设备能恢复到正常通信状态, 并被上位机或控制系统识别, 断电或故障前存储数据保持不变	100%	功能检测

8.6.5 区域控制单元施工质量检查及控制标准应符合表 8.6.5 的规定。

表 8.6.5 区域控制单元施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	机箱水平度、垂直度	水平度 $\leq 3\text{mm/m}$ 、垂直度 $\leq 3\text{mm/m}$	100%	全站仪或垂直度测量仪测量
2	机箱防腐涂层厚度	满足设计要求, 无具体规定时, 应符合现行《公路交通工程钢构件防腐技术条件》(GB/T 18226) 的有关规定	100%	涂层测厚仪测量
3	绝缘电阻	强电端子对机壳 $\geq 50\text{M}\Omega$	100%	500V 绝缘电阻测试仪测量
4	共用接地电阻	如外场设备的保护接地体和防雷接地体未分开设置, 则共用接地电阻 $\leq 1\Omega$	100%	接地电阻测量仪测量
5	与计算机通信功能	能与中央控制室计算机正常通信	100%	功能检测
6	对所辖区域内下端设备控制功能	按设计周期或由中央控制室控制采集、处理各下端设备的数据	100%	功能检测
7	本地控制功能	中央控制室计算机或通信链路故障时, 所辖区域内下端设备可正常工作	100%	功能检测
8	断电时恢复功能	加电或系统重新启动后可自动运行原预设控制方案	100%	功能检测
9	IP 网络吞吐率	满足设计要求, 无具体规定时, 1518 帧长 $\geq 99\%$	100%	以太网性能测试仪测量
10	IP 网络传输时延	满足设计要求, 无具体规定时: $\leq 10\text{ms}$	100%	以太网性能测试仪测量
11	IP 网络丢包率	不大于 70% 流量负荷时: $\leq 0.1\%$	100%	以太网性能测试仪测量

8.6.6 工业以太网交换机施工质量检查及控制标准应符合表 8.6.6 的规定。

表 8.6.6 工业以太网交换机施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	机箱水平度、垂直度	水平度 $\leq 3\text{mm/m}$ 、垂直度 $\leq 3\text{mm/m}$	100%	全站仪测量

续表 8.6.6

序号	检查项目		施工质量控制标准	检查数量	检查方法
2	以太网系统性能要求	链路传输速率	满足设计要求, 无具体规定时, 符合 10Mbps、100Mbps、1 000Mbps 的规定	100%	以太网性能测试仪测量
		吞吐量	满足设计要求, 无具体规定时, 1 518 帧长 $\geq 99\%$	100%	
		传输时延	满足设计要求, 无具体规定时: $\leq 10\text{ms}$	100%	
		丢包率	不大于 70% 流量负荷时: $\leq 0.1\%$	100%	
3	以太网链路层健康状况	链路利用率	$\leq 70\%$	100%	以太网性能测试仪测量
		错误率及各类错误	$\leq 1\%$	100%	
		广播帧及组播帧	$\leq 50\text{fps}$	100%	
		冲突(碰撞)率	$\leq 1\%$	100%	
4	网络安全性能		满足设计要求	100%	访谈、文档核查、配置核查、案例验证测试、漏洞扫描测试、渗透性测试等

9 紧急呼叫设施

9.1 一般规定

9.1.1 紧急呼叫设施施工内容应包括紧急电话设施和广播设施的**安装、调试与检查**。

9.1.2 紧急呼叫设施施工应在具备下列条件时进行：

- 1 预留洞室、预埋管道等的位置、数量和尺寸满足设计要求。
- 2 隧道内设备安装前，隧道装饰工程基本完成；控制室、机房设备安装前，室内装饰工程已完成。
- 3 IP 地址分配、VLAN 划分等已完成。

9.2 设备材料检验

9.2.1 紧急呼叫设施设备材料进场时，应按本规范第 3.0.3 条的有关规定进行一般性检查。

9.2.2 紧急电话分机的材质、颜色、标识、编号应满足设计要求。

9.2.3 应检查随机资料，确认紧急电话分机非线性失真、声压级和广播扬声器音圈阻抗、声压级等参数满足设计要求。

9.2.4 音频电缆绝缘电阻不应小于 $1\ 000\text{M}\Omega \cdot \text{km}$ 。

9.3 紧急电话设施

9.3.1 紧急电话设施宜采用**施工准备→定位放样→隧道外紧急电话分机基础施工→分机安装及接线→主控设备安装及接线→单机和系统调试**的施工流程。

9.3.2 隧道外紧急电话分机应设置在防撞护栏外，基础尺寸、高程、混凝土强度应满足设计要求。

9.3.3 紧急电话分机安装应符合下列规定：

- 1 分机麦克风朝向应满足设计要求。
- 2 分机麦克风距地坪高度应满足设计要求。
- 3 分机机身垂直度允许偏差不应大于 3mm/m。
- 4 隧道内分机洞室应采取防潮、防尘措施；分机的安装孔和进线孔应密封。
- 5 安装完成后分机表面应无划伤、刻痕、保护层剥落；箱体内部应无积水、尘土、霉变。
- 6 光纤型紧急电话光链路中各光分路器的分光比应满足设备技术文件要求。
- 7 网络型紧急电话 IP 地址分配、VLAN 划分应满足网络规划要求，冗余网络恢复性能应满足设计要求。
- 8 紧急电话分机接地线应与接地干线可靠连接。

9.3.4 紧急电话主控设备安装应符合下列规定：

- 1 紧急电话主控设备机柜前净距不应小于 800mm，机柜背面净距不应小于 600mm；机柜垂直度允许偏差不应大于 3mm/m。
- 2 紧急电话中心控制台设备、外围打印机和电话终端设备的安装，应满足机房平面布置要求，台面排列应整齐。
- 3 紧急电话主控设备接地端子应与接地汇流排可靠连接。

9.4 广播设施

9.4.1 广播设施宜采用施工准备→定位放样→扬声器、功放安装及接线→广播控制器安装及接线→单机和系统调试的施工流程。

9.4.2 扬声器的安装位置、高度、间距、方向等应满足设计要求。

9.4.3 广播控制器安装应符合下列规定：

- 1 广播控制器的所有部件安装应满足机房平面布置要求。
- 2 广播控制器机柜前净距不应小于 800mm，机柜背面净距不应小于 600mm；机柜垂直度允许偏差不应大于 3mm/m。
- 3 广播控制器接地端子应与接地汇流排可靠连接。

9.5 调试与检查

9.5.1 紧急电话设施调试与检查应符合下列规定：

- 1 应测试分机扬声器音量，最大音量应满足设计要求，无具体规定时，在扬声器正前方 400mm 处最大音量不应小于 90dB (A)。

- 2 应测试分机话音质量, 话音应清晰, 无明显断字缺陷。
- 3 应测试分机呼叫响应性能, 响应应灵敏。
- 4 应测试分机通话呼叫、主备电源自动切换及备用电源自动充电等功能, 测试结果应满足设计要求。
- 5 应测试主控设备振铃声压级, 振铃声压级不应小于 80dB (A)。
- 6 应测试主控设备的地址码显示、振铃响应、自动录音及回放等功能, 测试结果应满足设计要求。

9.5.2 广播设施调试与检查应符合下列规定:

- 1 扬声器安装角度应经现场试听后按试听的最佳效果进行调节。
- 2 应测试广播声音质量, 环境噪声为 90dB (A) 及以下时, 隧道中均应能听清广播内容, 声音清晰。
- 3 应测试扬声器音量, 音量应满足设计要求, 无具体规定时, 在扬声器正前方 1m 处最大音量不应小于 110dB (A)。
- 4 应测试广播控制台的全呼及分组群呼、音区切换、自动故障检测等功能, 测试结果应满足设计要求。

条文说明

- 1 通过现场试听, 根据广播声音的清晰度、纯度、明亮度、均衡性、稳定性等评估声音最佳效果。

9.6 施工质量控制标准

9.6.1 紧急电话设施施工质量检查及控制标准应符合表 9.6.1 的规定。

表 9.6.1 紧急电话设施施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	基础尺寸	满足设计要求, 无具体规定时, 允许偏差为 (-50, +100) mm	100%	钢卷尺、皮尺、直尺测量
2	共用接地电阻	如外场设备的保护接地体和防雷接地体未分开设置, 则共用接地电阻 $\leq 1\Omega$	100%	接地电阻测试仪测量
3	麦克风距地坪高度	满足设计要求	100%	钢卷尺、直尺测量
4	分机安装垂直度	$\leq 3\text{mm/m}$	100%	铅锤、角尺、游标卡尺测量
5	分机音量	满足设计要求, 无具体规定时, 在扬声器正前方 400mm 处最大音量不应小于 90dB (A)	100%	在控制台值班话机持续按“0”按键 10s, 用声级计在扬声器正前方 400mm 处测量

续表 9.6.1

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
6	分机话音质量	话音清晰, 无明显断字缺陷	100%	主观检测
7	呼叫响应性能	响应灵敏	100%	实操检测
8	按键提示	按键提示简明易懂	100%	主观检测
9	噪声抑制	话机在通话过程及静态时, 要求无嗡嗡、沙沙声及自激、哨声等杂音	100%	主观检测
10	通话呼叫功能	按下按钮, 可呼叫中心控制台	100%	实操检测
11	地址码显示功能	控制台显示呼叫位置信息	100%	目测检测
12	振铃响应	呼叫在控制台有振铃响应	100%	实操检测
13	语音提示功能	呼叫后, 话机有等待信号或提示音	100%	实操检测
14	录音功能	控制台可自动录音	100%	实操检测
15	故障报告功能	中心可自动立即显示故障信息	100%	实操检测
16	取消呼叫功能	控制台可取消呼叫	100%	实操检测
17	报告生成、打印功能	系统能自动生成事件、故障、值班记录等报告, 并可查询、打印	100%	实操检测
18	定时自检功能	系统能按设定的周期自动检测线路连接、电池、设备的工作状态	100%	实操检测
19	手动自检功能	系统能手动设置实时检测线路连接、电池、设备的工作状态	100%	实操检测
20	加电自恢复功能	加电后, 控制台应自动恢复到工作状态	100%	实操检测

9.6.2 广播设施施工质量检查及控制标准应符合表 9.6.2 的规定。

表 9.6.2 广播设施施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	广播扬声器高度	满足设计要求	100%	钢卷尺、直尺测量
2	广播音量	满足设计要求, 无具体规定时, 在扬声器正前方 1m 处最大音量不应小于 110dB (A)	100%	在扬声器正前方 1m 处, 用声级计测量
3	广播声音质量	环境噪声 $\leq 90\text{dB (A)}$ 时, 声音清晰, 隧道中能听清广播内容	100%	主观检测
4	音区切换功能	具有音区多路切换选择广播功能, 可进行单音区、多音区广播	100%	实操检测
5	广播节目源选择功能	监控员能实时广播, 也可播放已录制的节目	100%	实操检测
6	音量调节功能	可对广播音量的大小进行调节	100%	实操检测
7	循环广播功能	可对指定的节目源循环播放	100%	实操检测

10 火灾探测报警设施

10.1 一般规定

10.1.1 火灾探测报警设施施工内容应包括点型火灾探测器、线型火灾探测器、图像型火灾探测器、手动火灾报警按钮、火灾报警控制器等的安装、调试与检查。

10.1.2 火灾探测报警设施施工应在具备下列条件时进行：

- 1 预留洞室、预埋管道等的位置、数量和尺寸满足设计要求，预埋管道通畅。
- 2 隧道内设备安装前，隧道装饰工程已完成。
- 3 控制室、值班室、变电所设备安装前，室内装饰工程已完成。

10.2 设备材料检验

10.2.1 火灾探测报警设施设备材料进场时，应按本规范第 3.0.3 条的有关规定进行一般性检查。

10.2.2 火灾探测报警设施需强制性认证的设备材料应有认证证书和认证标识。

条文说明

需强制性认证的设备材料以现行公安部和国家认证认可监督管理委员会批准的《3C 认证和型式认可消防产品目录》为准。

10.3 点型火灾探测器

10.3.1 点型火灾探测器宜采用施工准备→定位放样→点型火灾探测器安装与接线→单机和系统调试的施工流程。

10.3.2 应按设计要求确定探测器安装位置，探测器运行指示灯应设置在便于检修人员观察的位置。

10.3.3 探测器宜水平安装，当确需倾斜安装时，倾斜角不应大于 45°。

10.3.4 点型火灾探测器的底座应稳固可靠，其布线应符合现行《火灾自动报警系统施工及验收标准》（GB 50166）的有关规定。

10.3.5 点型火灾探测器接线完成后，探测器底座的穿线孔和安装螺栓处应封堵。探测器采用防护箱保护嵌入式安装时，在防护箱安装完毕后，应对防护箱四周的孔洞进行封堵。

10.4 线型火灾探测器

10.4.1 线型火灾探测器宜采用施工准备→定位放样→线型火灾探测器安装与接线→单机和系统调试的施工流程。

10.4.2 线型火灾探测器的安装位置应满足设计要求。

10.4.3 隧道顶部安装的线型火灾探测器可采用托架或钢索吊装，安装应符合下列规定：

- 1 钢制托架、吊架及附件应进行防腐处理，防腐处理应满足设计要求。
- 2 探测器与隧道顶壁距离应满足设备技术文件要求。
- 3 托架安装时，托架间距应满足设计要求，托架应固定牢固，托架与探测器应用阻燃卡具固定。
- 4 钢索吊装时，钢索应采用吊架固定，吊架间距应满足设计要求，钢索应张紧并逐段固定，探测器应用阻燃卡具与钢索固定。

10.4.4 线型火灾探测器安装弯曲半径应满足设备技术文件要求，无具体规定时，探测器弯曲半径不应小于探测器外径的20倍。

10.4.5 线型火灾探测器安装时，牵引力不应超过探测器允许张力的80%，瞬时最大牵引力不得大于探测器允许的张力。安装时不得损伤探测器护套。

10.4.6 线型火灾探测器应安装稳固，线形流畅。

10.4.7 线型火灾探测器的处理器安装应牢固，线缆应正确连接、整齐排列、牢固接线、规范成端、清晰标识。

10.5 图像型火灾探测器

10.5.1 图像型火灾探测器宜采用施工准备→定位放样→图像型火灾探测器安装与接

线→主机及软件安装→单机和系统调试的施工流程。

10.5.2 图像型火灾探测器的安装位置、角度应满足设计和设备技术文件要求，视场角应覆盖探测区域，探测视角内不应存在遮挡物，探测器的探测窗口应避免强光直射。

10.5.3 主机安装应牢固，线缆应正确连接、整齐排列、牢固接线、规范成端、清晰标识。

10.5.4 图像型火灾探测器软件的探测区域和报警灵敏度设置应满足设备技术文件要求。

10.6 手动火灾报警按钮

10.6.1 手动火灾报警按钮安装高度应满足设计要求，安装牢固，不得倾斜。

10.6.2 手动火灾报警按钮应有醒目标识。

条文说明

通常情况下，手动火灾报警按钮已经有相应的标识，但在某些情况下，如增加了手报防护箱导致标识被遮挡，或原来的手动火灾报警按钮标识不醒目，均需采取措施，设置醒目的标识。

10.6.3 手动火灾报警按钮的连接导线应留有不小于 150mm 的余量，且在端部应设置明显的标识。

10.7 火灾报警控制器

10.7.1 火灾报警控制器宜采用施工准备→定位放样→火灾报警控制器安装与接线→单机和系统调试的施工流程。

10.7.2 火灾报警控制器以壁挂方式安装时，应按设计要求确定控制器底边距地面高度；落地安装时，控制器底部宜高出地坪 100 ~ 200mm。

10.7.3 控制器应安装牢固；水平度和垂直度允许偏差不应大于 3mm/m。

10.7.4 火灾报警控制器的主电源引入线，应与消防电源、备用电源直接连接，严禁使用电源插头。主电源应有明显的永久性标识。

10.7.5 控制器的线缆应正确连接、整齐排列、牢固接线、规范成端、清晰标识。

10.7.6 控制器的接地端子应与接地汇流排可靠连接。

10.8 调试与检查

10.8.1 点型火灾探测器和图像型火灾探测器应逐个测试，线型火灾探测器应逐段测试，性能应满足设计要求，动作应正确、及时，反馈应无误。

10.8.2 应逐个测试手动火灾报警按钮的报警功能，当模拟动作时，控制器应立即发出声、光报警信号。

10.8.3 应进行模拟点火试验，测试火灾自动报警功能，试验方法应按现行《公路隧道火灾报警系统技术条件》（JT/T 610）的有关规定执行，测试结果应满足设计要求。

10.8.4 应测试火灾报警控制器的自检、消声、复位、故障报警、火警优先、报警记忆等功能，测试结果应符合设计和现行《火灾报警控制器》（GB 4717）的有关规定。

10.8.5 应按设计要求对火灾自动报警的主、备用电源做下列测试：

- 1 主、备用电源容量测试。
- 2 主、备用电源欠压和过压报警功能测试。
- 3 主、备用电源自动切换功能测试。
- 4 备用电源自动充电功能测试。

10.8.6 系统调试正常后，应连续无故障运行 120h。

10.9 施工质量控制标准

10.9.1 火灾探测报警设施施工质量检查及控制标准应符合表 10.9.1 的规定。

表 10.9.1 火灾探测报警设施施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	火灾探测器安装位置和高度	满足设计要求	100%	钢卷尺测量
2	手动报警按钮安装位置和高度	满足设计要求	100%	钢卷尺测量
3	火灾报警控制器水平度偏差	≤3mm/m	100%	水平仪测量
4	火灾报警控制器垂直度偏差	≤3mm/m	100%	垂直度测量仪测量

续表 10.9.1

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
5	共用接地电阻	如外场设备的保护接地体和防雷接地体未分开设置, 则共用接地电阻 $\leq 1\Omega$	100%	接地电阻测试仪测量
6	火灾报警控制器自检功能	能自动检测和诊断自身运行状态	100%	功能检测
7	火灾报警控制器操作级别	根据不同的使用对象设置不同的操作级别	100%	功能检测
8	火灾报警控制器故障报警功能	控制器内部、控制器与其连接的部件之间发生断路或短路等故障, 应在 100s 内发出故障声光信号	100%	功能检测
9	火灾报警控制器火警优先功能	火灾探测器、手动火灾报警按钮发出火灾报警信号后, 控制器应在 10s 内发出火灾声、光信号	100%	功能检测
10	火灾报警控制器消音功能	能手动消除报警声信号	100%	功能检测
11	火灾报警控制器复位功能	火灾报警控制器及其连接的设备能恢复到初始工作状态	100%	功能检测
12	火灾报警控制器备用电源容量	满足设计要求	100%	检查随机资料
13	主、备用电源欠压和过压报警功能	满足设计要求	100%	功能检测
14	主、备用电源自动切换功能	主、备用电源能自动切换	100%	功能检测
15	备用电源自动充电功能	满足设计要求	100%	功能检测
16	中央控制室警报器音量	满足设计要求, 无具体规定时, 音量为 96 ~ 120dB (A)	100%	声级计测量
17	火灾探测报警响应时间	$\leq 60s$	100%	火盆法模拟点火测试

11 消防与通道设施

11.1 一般规定

11.1.1 消防设施施工内容应包括消防水池、消防水泵、消防气压给水设备、稳压泵、管网、消火栓、固定式水成膜泡沫灭火装置、灭火器、气体灭火系统等的安装、调试与检查；通道设施施工内容应包括人行横通道防火门、车行横通道防火卷帘的安装、调试与检查。

11.1.2 消防与通道设施施工应在具备下列条件时进行：

- 1 预留洞室、预埋管道等的位置、数量和尺寸满足设计要求，预埋管道通畅。
- 2 水源水质满足消防用水要求。
- 3 隧道内设备安装前，隧道装饰工程基本完成。
- 4 泵房、变电所设备安装前，室内装饰工程已完成。

条文说明

1 此处预埋管道主要指水池穿墙防水套管、泵房穿墙套管以及供水环网横穿路面预埋套管。

11.2 设备材料检验

11.2.1 消防与通道设施设备材料进场时，应按本规范第 3.0.3 条的有关规定进行一般性检查。

11.2.2 消防设施需强制性认证或型式认可的产品应有认证（认可）证书和认证（认可）标识。

条文说明

根据国家消防产品市场准入制度，消防产品需根据规定进行强制性认证、型式认可、强制性检验，合格后方可使用。

11.2.3 管材、管件的现场外观检查应符合下列规定：

- 1 表面应无裂纹、损伤、缩孔、夹渣、折叠和重皮。
- 2 镀锌钢管内外表面的镀锌涂层不得有脱落、锈蚀等现象。
- 3 涂覆钢管外涂覆层应为红色，涂覆层应光滑平整，无划痕、裂纹、针孔及黏附异物等缺陷。
- 4 螺纹密封面应完整，无损伤、毛刺。
- 5 法兰密封面应完整光洁，不得有毛刺及径向沟槽；螺纹法兰的螺纹应完整、无损伤。
- 6 非金属密封垫片应质地柔韧，无老化变质或分层现象，表面应无折损、皱纹等缺陷。

11.2.4 压力开关、水流指示器、自动排气阀、减压阀、泄压阀、多功能水泵控制阀、止回阀、信号阀、水泵结合器及水位、气压、阀门限位等自动监测装置应有清晰的铭牌、安全操作指示标志。

11.2.5 水流指示器、水泵接合器、减压阀、止回阀、过滤器、泄压阀、多功能水泵控制阀上应有水流方向的永久性标识。

11.2.6 保温材料及制品应有产品合格证及有资质的检测机构出具的检测报告，并应满足环保要求。

11.2.7 灭火器的类型、规格、灭火级别应满足设计要求。灭火器保险装置应完好，压力指示器的指针应在绿区范围内，不得超过其有效使用期。

11.3 消防水池

11.3.1 消防水池的场地应无不良地质作用和地质灾害，其地基承载力应满足设计要求。

11.3.2 消防水池的容量、高程应满足设计要求。

11.3.3 消防水池的施工应符合现行《给水排水构筑物工程施工及验收规范》(GB 50141)的有关规定。

11.3.4 管道穿过钢筋混凝土消防水池时，应加设防水套管，对有振动、有相对位移的管道应加设柔性接头。

11.3.5 消防水池施工完毕后，应将水池内部清理干净，并应采取防止水池内落入异

物的措施。

条文说明

本条规定的目的是避免异物堵塞管道或占用管道过水断面。

11.3.6 消防水池的检修孔应按设计要求密闭。通气管、溢流管应采取防止昆虫及小动物进入水池的措施。

11.3.7 消防水池应进行满水试验，试验方法应符合现行《给水排水构筑物工程施工及验收规范》（GB 50141）的有关规定。

条文说明

满水试验是对水池施工质量的综合检验。

11.3.8 消防水池应按设计要求进行保温、防冻施工，并应在满水试验后进行。

11.3.9 液位检测器应按设备技术文件要求进行安装，其供电及信号线缆屏蔽保护措施应满足设计要求。变送器应安装在溢水口高程之上的位置，进出线应采取防水措施。

11.3.10 消防水池检修步道的宽度、坡度及防护设施等应满足设计要求。

11.4 消防水泵

11.4.1 消防水泵的安装位置、高程应满足设计要求，安装应符合现行《机械设备安装工程施工及验收通用规范》（GB 50231）和《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》（GB 50275）的有关规定。

11.4.2 水泵配管应在水泵固定后进行，且水泵不得承受来自管道的外力。

条文说明

因水泵运行时会产生震动，若承受外接管道的牵引和挤压力，可能会损伤水泵。

11.4.3 消防水泵出水管安装应符合下列规定：

- 1 出水管应安装压力表、止回阀和控制阀。
- 2 系统总出水管上应安装压力表；安装压力表时，应加设缓冲装置。压力表量程应满足设计要求，无具体规定时，应为系统工作压力的2.0~2.5倍。

3 止回阀或控制阀的安装方向应与水流方向一致。

11.4.4 消防水泵吸水管安装应符合下列规定：

1 吸水管上宜设过滤器，并应安装在控制阀后。

2 吸水管的控制阀应在消防水泵固定于基础上之后再行安装，其直径不应小于消防水泵吸水口直径，且不应采用没有可靠锁定装置的蝶阀。

3 当消防水泵和消防水池位于独立的两个基础上且相互为刚性连接时，吸水管上应加设柔性连接管。

4 吸水管水平管段上不应有气囊和漏气现象。变径连接时，应用偏心异径管件，并应采用管顶平接。

条文说明

3 当消防水泵和消防水池位于独立基础上时，由于沉降不均匀，可能造成消防水泵吸水管受内应力，最终应力加在消防水泵上，易造成消防水泵损坏。最简单的解决方法是加一段柔性连接管。

4 消防水泵吸水管安装若有倒坡现象，则会产生气囊，采用大小头与消防水泵吸水口连接，如果是同心大小头，则在吸水管上部有倒坡现象存在，异径管的大小头上部会存留从水中析出的气体，因此，要求采用偏心异径管且要求吸水管的上部保持平直。

11.5 消防气压给水设备、稳压泵

11.5.1 消防气压给水设备气压罐的容积、气压、水位及工作压力应满足设计要求。

11.5.2 消防气压给水设备安装位置、进水管及出水管方向应满足设计要求；出水管上应设止回阀，安装时其四周应设检修通道，通道宽度不宜小于0.7m；消防气压给水设备顶部至楼板或梁底的距离不宜小于0.6m。

11.5.3 消防气压给水设备上的安全阀、压力表、泄水管、水位指示器、压力控制仪表等的安装应满足设备技术文件要求。

11.5.4 稳压泵的安装位置、高程应满足设计要求，安装应符合现行《机械设备安装工程施工及验收通用规范》(GB 50231)和《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》(GB 50275)的有关规定。

11.6 管网

11.6.1 管网所用钢管应经防腐处理，并应采用螺纹、沟槽式管件或法兰连接，不得

采用焊接连接。连接后不应减少过水横断面面积。

条文说明

焊接连接使防腐层遭到破坏，大大降低了管道的抗腐蚀能力。

11.6.2 管网安装时应保持管道内部清洁，无杂物。

条文说明

安装时保持管内清洁是消除管网堵塞隐患的重要措施之一。

11.6.3 螺纹连接应符合下列规定：

1 管子宜采用机械切割，切割面不得有飞边、毛刺；管口螺纹密封面应符合现行《普通螺纹 基本尺寸》（GB/T 196）、《普通螺纹 公差》（GB/T 197）和《普通螺纹 管路系列》（GB/T 1414）的有关规定。

2 管道变径时宜采用异径接头。

3 密封填料应均匀附着在管道的螺纹部分；不得将填料挤入管道内；连接后，应将连接处外部清理干净。

11.6.4 沟槽式管件连接应符合下列规定：

1 沟槽式管件连接时，其沟槽和开孔应使用专用滚槽机和开孔机加工，并应做防腐处理；滚槽机加工能力应与管材规格相符合；连接前应检查沟槽、孔洞尺寸，其加工质量应满足要求；沟槽、孔洞处应清洁，不得有毛刺、破损、裂纹。

2 橡胶密封圈应无破损和变形。

3 机械三通连接时，应检查机械三通与孔洞的间隙，各部位间隙应均匀；其开孔间距及支管口径应符合现行《自动喷水灭火系统施工及验收规范》（GB 50261）的有关规定。

4 埋地的沟槽式管接头螺栓、螺帽应作防腐处理。

5 涂覆钢管宜在出厂前完成沟槽加工和防腐处理。

11.6.5 法兰焊接应符合现行《工业金属管道工程施工规范》（GB 50235）和《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》（GB 50236）的有关规定；法兰焊接处应重新作防腐处理后再连接，其防腐能力不应低于管道防腐能力。

11.6.6 管道支架（支墩）安装应符合下列规定：

1 管道支架（支墩）之间的距离应满足设计要求，无具体规定时，不应大于表 11.6.6 的规定。

表 11.6.6 管道支架 (支墩) 之间的距离

管道公称直径 (mm)	25	32	40	50	70	80	100	125	150	200	250	300
距离 (m)	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	6.0	6.5	7.0	8.0	9.5	11.0	12.0

2 在管道末端、弯头、三通等重点部位应增设支架 (支墩), 每处宜在加强点前后 1m 处各增设一个支架 (支墩)。

3 采用沟槽式管件接头连接时, 每段管道至少应有一个支架 (支墩)。

4 管道支架 (支墩) 的强度应满足设计要求, 管道应固定牢固。

条文说明

本条规定的主要目的是确保管网的强度, 使其在受外界机械冲击和自身水力冲击时不致损伤。采用沟槽式管件接头连接的, 由于是柔性连接, 接头不能承重, 所以规定每段管道至少需要一个支架 (支墩)。

11.6.7 管网安装中断时应将管道的敞口封闭。

条文说明

本条规定的主要目的是防止安装时异物进入管道, 堵塞管网。

11.6.8 排气阀的安装应在系统管网试压和冲洗合格后进行。排气阀应安装在配水干管顶部、配水管的末端, 并确保无渗漏。

条文说明

因排气阀排气孔较小, 阀塞等零件较精密, 为防止损坏和堵塞, 排气阀需在系统管网冲洗、试压合格后安装。

11.6.9 减压阀安装应符合下列规定:

- 1 减压阀安装应在供水管网试压、冲洗合格后进行。
- 2 安装前应检查确认其规格型号与设计相符, 阀外控制管路及导向阀各连接件应无松动, 外观应无机械损伤, 阀内应无异物。
- 3 减压阀安装时, 其水流方向应与供水管网水流方向一致。
- 4 减压阀安装时, 应在其进水侧安装过滤器, 并宜在其前后安装控制阀。
- 5 可调式减压阀宜水平安装, 阀盖应向上。
- 6 安装自身不带压力表的减压阀时, 应在其前后相邻位置安装压力表。

11.6.10 管道电伴热施工应符合下列规定:

- 1 敷设位置、敷设和固定方式应满足设计和设备技术文件要求。
- 2 所有管件应按设计要求预留伴热带。预留伴热带应缠绕在管件主体上，并应固定牢固。

11.6.11 管道保温施工应在管网试压、防腐合格后进行。管道保温施工应符合现行《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》（GB 50242）和《城镇供热管网工程施工及验收规范》（CJJ 28）的有关规定并满足产品技术文件要求。

11.7 消火栓

11.7.1 隧道内消火栓的栓口出水方向及隧道外消火栓的大口径栓口出水方向应水平面向道路，并与行车方向垂直。

11.7.2 消火栓应竖直安装，垂直度允许偏差不应大于全长的1%。

11.7.3 消火栓箱安装应牢固、平整、不变形，箱门开启应灵活，箱体底部与地坪距离应满足设计要求，箱内设施安装位置和方式应保证取用方便，箱体应有清晰醒目的标识。

11.8 固定式水成膜泡沫灭火装置

11.8.1 泡沫液应与消防供水系统提供的水源相适应。

条文说明

水质不同对泡沫液的效果有不同的影响，隧道消防系统中水成膜泡沫液一般与隧道消火栓采用同一水源，故要求确认泡沫液与水源相适应。

11.8.2 泡沫容器明显位置应有泡沫液的有效使用期标识，有效使用期应满足设计要求。

11.8.3 消防卷盘及灭火装置导向架安装后转动应灵活，无卡阻。

11.8.4 泡沫液箱连接管上的阀门应有明显启闭标志，并应有联动开启功能。

11.9 灭火器

11.9.1 灭火器安装设置应稳固，灭火器的铭牌应朝外，灭火器的器头宜向上。

11.9.2 推车式灭火器在没有外力作用下,不得自行滑动;推车式灭火器的设置和防止自动滑动的固定措施不得影响其操作使用和正常行驶移动。

11.10 气体灭火系统

11.10.1 柜式气体灭火装置、热气溶胶灭火装置等预制灭火系统及其控制器、声光报警器的安装位置应满足设计要求,并应固定牢固。

11.10.2 柜式气体灭火装置、热气溶胶灭火装置等预制灭火系统装置周围空间环境应满足设计要求。

条文说明

满足设备周围空间环境要求是保证系统性能和可靠灭火的条件,同时也方便维护工作。

11.10.3 灭火剂储存装置安装应符合下列规定:

- 1 储存装置的安装位置应满足设计要求。
- 2 管网系统中的封闭管段上应具有安全泄压装置。安全泄压装置应能在设定压力下正常工作,泄压方向不应朝向操作面或人员疏散通道。低压二氧化碳灭火系统的安全泄压装置应通过专用泄压管将泄压气体直接排至室外。
- 3 储存装置上压力计、液位计、称重显示装置的安装位置应便于人员观察和操作。
- 4 集流管上的泄压装置的泄压方向不应朝向操作面。

11.10.4 设置在防护区处的手动/自动转换开关应安装在防护区入口便于操作的部位。

11.10.5 手动启动、停止按钮应安装在防护区入口便于操作部位,安装高度宜为中心点距地坪 1.5m;防护区的声光报警装置安装应满足设计要求,并应安装牢固,不得倾斜。

11.11 系统试压和冲洗

11.11.1 管网安装完毕后,应对其进行强度试验、严密性试验和冲洗。

条文说明

强度试验是对系统管网的整体结构、所有接口、承载管架等进行的一种超负荷测试,严密性试验是对系统管网渗漏程度的测试,这两种试验都是必不可少的,是评定工

程质量和系统功能的重要依据。管网冲洗是防止系统投入使用后发生堵塞的重要技术措施之一。

11.11.2 强度试验、严密性试验和冲洗宜用水进行，但不得使用海水及其他含有腐蚀性化学物质水。

11.11.3 水压试验时环境温度不宜低于5℃。当环境温度低于5℃时，水压试验应采取防冻措施。

条文说明

环境温度低于5℃时，如果没有防冻措施，有可能在试压过程中发生冰冻，试验介质就可能因体积膨胀造成爆管事故。

11.11.4 系统试压应在具备下列条件时进行：

- 1 已制订试压冲洗方案。
- 2 管道的位置及管道基础、支架（支墩）等满足设计要求。
- 3 试压用的压力表不少于2只，精度不低于1.5级，量程为试验压力值的1.5~2.0倍。
- 4 不能参与试压的设备、仪表、阀门及附件已隔离或拆除；加设的临时盲板具有突出于法兰的边耳，且已做明显标志，并已记录临时盲板的数量。

条文说明

2 在整个试压过程中，管道改变方向部位、分出支管部位和末端处所承受的推力约为其正常工作状况时的1.5倍，故管道基础、支架（支墩）等需达到设计强度要求。

4 对不能参与试压的设备、仪表、阀门及附件需隔离或拆除，避免其损伤。在试压前记录下所加设的临时盲板数量，是为了避免在系统复位时，因遗忘而留下少数临时盲板，影响系统的冲洗，且一旦投入使用，灭火效果更是无法保证。

11.11.5 系统试压宜分段进行，分段点可选择在分段闸阀处。

条文说明

分段试压比整体试压对管网的要求更严格。

11.11.6 水压强度试验压力应为设计工作压力的1.5倍。水压强度试验的测试点应设在系统管网的最低点。对管网注水时，应将管网内的空气排净，并应缓慢升压，达到试验压力后，稳压30min，目测管网应无泄漏、无变形，且压力降不应大于0.05MPa。

条文说明

根据调查,目前公路隧道水消防系统施工时的试压压力一般为设计压力的1.5~2.0倍,试验时间的要求符合现行《自动喷水灭火系统施工及验收规范》(GB 50261)的有关规定,效果较好,据此本规范规定了对系统水压强度试验压力值和试验时间的要求。测试点选在系统管网的低点,可验证其承压能力;若设在系统高点,则提高了试验压力值。检查判定方法采用目测,简单易行。

11.11.7 系统试压过程中出现泄漏时,应停止试压,并应放空管网中的试验介质,消除缺陷后,应重新试压。

条文说明

带压进行修理,既无法保证返修质量,又可能造成部件损坏或发生人身安全事故及造成水害,需绝对禁止。

11.11.8 系统试压完成后,应及时拆除所有临时盲板及试验用的管道,且应按规定的格式填写试压记录。

条文说明

需拆除所有临时盲板,确保系统能正常投入使用。系统试压记录表是交工验收资料内容之一。

11.11.9 水压严密性试验应在水压强度试验后进行。试验压力应为设计工作压力,稳压24h,应无泄漏。

11.11.10 管网冲洗应在试压和严密性试验合格后分段进行。冲洗前,应对系统的仪表采取保护措施。冲洗的水流流速、流量不应小于系统设计的水流流速、流量。

条文说明

冲洗是防止系统堵塞、确保系统灭火效率的重要措施之一。

11.11.11 管网冲洗时水流方向应与灭火时管网的水流方向一致。

条文说明

系统管网的冲洗要以水源位置为起点,先冲近端,后冲远端,保证已被冲洗合格的管段,不致因对后面管段的冲洗而再次被弄脏或堵塞。

11.11.12 管网冲洗应连续进行，当出口处水的颜色、透明度与入口处水的颜色、透明度基本一致时，方可结束。

11.12 通道设施

11.12.1 人行横通道防火门安装应符合下列规定：

- 1 钢质防火门门框内应充填水泥砂浆。门框与墙体应用预埋钢件或膨胀螺栓等连接牢固，其固定点间距不宜大于 600mm。
- 2 防火门安装完成后，其门扇应启闭灵活，并应无反弹、翘角、卡阻和关闭不严现象。
- 3 防火门安装完成后，应能内外手动开启和自动关闭。
- 4 防火门安装完成后，不得有门槛。

条文说明

3 为隔断烟雾毒气等从一个洞扩散到另一个洞，要求门为常闭的；由于逃生方向可能是两个方向之一，故要求能从任何一侧手动开启。

4 本条规定的目的是当发生火灾等事故人员需要逃生时，不会因为烟雾弥漫影响视觉而在门槛处绊倒。

11.12.2 车行横通道防火卷帘安装应符合下列规定：

- 1 防火卷帘的导轨应安装在建筑结构上，并应采用预埋螺栓或膨胀螺栓连接。导轨安装应牢固，固定点间距应为 600~1 000mm。
- 2 单帘面卷帘的两根导轨应相互平行，双帘面卷帘不同帘面的导轨也应互相平行，其平行度允许偏差不应大于 5mm。
- 3 卷帘的导轨安装后相对于基础面的垂直度允许偏差不应大于 1.5mm/m，全长不应大于 20mm。
- 4 钢质防火卷帘帘板装配完毕后应平直，不应有孔洞或缝隙。
- 5 钢质防火卷帘帘板两端挡板或防窜机构应装配牢固，卷帘运行时，相邻帘板窜动量不应大于 2mm。
- 6 防火卷帘帘板或帘面嵌入导轨的深度应符合表 11.12.2 的规定，且卷帘安装后不应变形。

表 11.12.2 防火卷帘帘板或帘面嵌入导轨的深度

导轨间距 B (mm)	每端最小嵌入深度 (mm)
$B < 3\ 000$	> 45
$3\ 000 \leq B < 5\ 000$	> 50
$5\ 000 \leq B < 9\ 000$	> 60

7 防火卷帘安装时应在门内外侧同时设置手动控制按钮,按钮位置应满足设计要求,无具体规定时,按钮应安装在易于接触的位置,高度宜为 1.2m。按钮应醒目或有醒目标志。

8 防火卷帘应设有手动拉链,其安装位置应便于操作,并应有明显标志。手动拉链不应加锁,且应采用不燃或难燃材料制作。

11.12.3 人行横通道防火门和车行横通道防火卷帘就位固定后,门周围的空隙应采用防火封堵材料等封堵,封堵部位耐火等级不应低于防火门和防火卷帘的耐火极限。

条文说明

本条规定的目的是隔断烟雾毒气,防止其扩散。

11.13 调试与检查

11.13.1 消防设施调试前检查应符合下列规定:

- 1 消防水池应已储备设计要求的水量。
- 2 系统供电应正常。
- 3 系统管网内应已充满水,并应无泄漏。

11.13.2 在低水位、高水位两种水位条件下,观察液位传感器传回控制室的数据,与现场实测数值比较,相差值应在设计允许范围内。

11.13.3 消防水泵调试应符合下列规定:

- 1 以自动或手动方式启动消防水泵时,消防水泵应在设计要求的时间内投入正常运行,无具体规定时,应在 55s 内投入正常运行。
- 2 以备用电源切换方式启动消防水泵时,消防水泵应在设计要求的时间内投入正常运行,无具体规定时,应在 1min 内投入正常运行。
- 3 以备用泵切换方式启动消防水泵时,消防水泵应在设计要求的时间内投入正常运行,无具体规定时,应在 2min 内投入正常运行。

11.13.4 稳压泵达到设计启动条件时,应立即启动;达到系统设计压力时,应自动停止运行;当消防水泵启动时,稳压泵应停止运行。

11.13.5 消火栓的水枪充实水柱长度、栓口出水水压应满足设计要求。消火栓开启应灵活、无阻滞。

11.13.6 应测试固定式水成膜泡沫灭火装置的有效喷射时间、喷射距离、灭火性能,

测试结果应满足设计要求。灭火装置机构和进水管路阀门应配合准确、可靠。

11.13.7 应进行气体灭火系统的模拟启动试验、模拟喷气试验和模拟切换试验，试验方法应符合现行《气体灭火系统施工及验收规范》（GB 50263）的有关规定。调试完成后应将系统各部件及联动设备恢复正常状态。

11.13.8 人行横通道防火门调试应符合下列规定：

- 1 常闭防火门，应从门的任意一侧手动开启，并应自动关闭。
- 2 开闭动作应无阻滞、无异常噪声。

11.13.9 车行横通道防火卷帘调试应符合下列规定：

- 1 防火卷帘帘板或帘面在导轨内运行应平稳，不应有脱轨和明显的倾斜现象。
- 2 应使用手动拉链操作防火卷帘开启、关闭，不应出现滑行撞击现象。
- 3 应操作防火卷帘手动控制按钮，能正确控制防火卷帘的上升、下降、停止。
- 4 应测试防火卷帘远程控制功能，中央控制室消防控制计算机发送控制指令，能正确控制防火卷帘的上升、下降、停止，并能正确反馈防火卷帘运行状态和上、下限位。

11.14 施工质量控制标准

11.14.1 消防水池施工质量检查及控制标准应符合表 11.14.1 的规定。

表 11.14.1 消防水池施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	消防水池地基承载力	满足设计要求	100%	地基承载力检测仪测量
2	消防水池的有效容量	满足设计要求	100%	皮尺测量并计算
3	消防水池的水位显示功能	满足设计要求	100%	实操检测

11.14.2 消防水泵施工质量检查及控制标准应符合表 11.14.2 的规定。

表 11.14.2 消防水泵施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	消防水泵安装位置、高程	满足设计要求	100%	经纬仪测量
2	消防水泵功能	满足设计要求	100%	实操检测

11.14.3 消防气压给水设备、稳压泵施工质量检查及控制标准应符合表 11.14.3 的规定。

表 11.14.3 消防气压给水设备、稳压泵施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	气压罐容积	满足设计要求	100%	铭牌检查
2	气压罐气压	满足设计要求	100%	读取气压表数据
3	稳压泵安装位置、高程	满足设计要求	100%	经纬仪测量
4	稳压泵功能	满足设计要求	100%	实操检测

11.14.4 管网施工质量检查及控制标准应符合表 11.14.4 的规定。

表 11.14.4 管网施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	管网的安装与连接	满足设计要求	100%	目测、手试检测
2	管网强度试验	试验压力为设计工作压力的 1.5 倍, 系统管网最低点测量, 达到试验压力后, 稳压 30min, 目测管网无泄漏、无变形, 且压力降不应大于 0.05MPa	100%	读取试压用压力表数据, 目测检测
3	供水设施水压	满足设计要求	100%	读取水压表数据
4	电伴热功能	满足设计要求	100%	实操检测

11.14.5 消火栓施工质量检查及控制标准应符合表 11.14.5 的规定。

表 11.14.5 消火栓施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	消火栓垂直度允许偏差	满足设计要求	100%	垂直度测量仪测量
2	消火栓功能	打开阀门后在规定时间内达到规定射程	100%	实操检测

11.14.6 固定式水成膜泡沫灭火装置施工质量检查及控制标准应符合表 11.14.6 的规定。

表 11.14.6 固定式水成膜泡沫灭火装置施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	固定式水成膜泡沫灭火装置功能	满足设计要求	100%	实操检测

11.14.7 灭火器施工质量检查及控制标准应符合表 11.14.7 的规定。

表 11.14.7 灭火器施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	灭火器安装设置	安装设置应稳固, 铭牌应朝外, 器头应朝上	100%	目测、手试检测

11.14.8 气体灭火系统施工质量检查及控制标准应符合表 11.14.8 的规定。

表 11.14.8 气体灭火系统施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	气体灭火系统安装位置	满足设计要求	100%	目测检测
2	气体灭火系统功能	满足设计要求,模拟启动试验、模拟喷气试验、模拟切换操作试验,主用、备用电源切换试验等	100%	功能检测

11.14.9 通道设施施工质量检查及控制标准应符合表 11.14.9 的规定。

表 11.14.9 通道设施施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	车行横通道防火卷帘导轨的平行度允许偏差	$\leq 5\text{mm}$	100%	激光测量仪测量
2	车行横通道防火卷帘导轨相对于基础面的垂直度允许偏差	$\leq 1.5\text{mm/m}$ 且 $\leq 20\text{mm/全长}$	100%	垂直度测量仪测量
3	人行横通道防火门功能	满足设计要求	100%	实操检测
4	车行横通道防火卷帘功能	满足设计要求	100%	实操检测

12 供配电设施

12.1 一般规定

12.1.1 供配电设施施工内容应包括高低压配电柜(箱)、母线、变压器、柴油发电机组、UPS和EPS、电力监控系统、箱式变电站、风/光供电系统等的安装、调试与检查。

12.1.2 供配电设施施工应在具备下列条件时进行:

- 1 预埋管道、预留基础、电缆沟等的位置、数量和尺寸满足设计要求,预埋管道通畅。
- 2 变配电房装饰工程已完成。
- 3 变配电房内干燥、整洁,并已采取防止小型动物进入的措施。

12.2 设备材料检验

12.2.1 供配电设施设备材料进场时,应按本规范第3.0.3条的有关规定进行一般性检查。

12.2.2 高压成套开关设备应具有型式试验报告。

12.2.3 低压成套开关设备应具有CCC认证标志。

条文说明

国家市场监督管理总局发布的《强制性产品认证管理规定》第十条规定:列入目录产品的生产者或者销售者、进口商应当委托经市场监管总局指定的认证机构对其生产、销售或者进口的产品进行认证。国家市场监督管理总局2023年第36号公告指出:低压成套开关设备是列入《中华人民共和国实施强制性产品认证的产品目录》的产品。

12.2.4 母线尺寸应满足设计要求,表面应光洁平整;成套供应的封闭母线、插接母线槽的各段应标识清晰,附件应齐全。

条文说明

本条规定了母线表面的质量标准。母线在运输过程中易损伤变形，所以到达现场后，需及时进行外观检查，尤其是接头搭接面的质量需满足要求，否则当通过大电流时，由于接触电阻增大将使接头严重发热。

12.2.5 变压器不得有机械损伤，附件应齐全，各组合部件应无松动和脱落。

12.2.6 柴油发电机组进场检查时，应依据装箱单，核对主机、附件、专用工具、备品备件和随机技术文件，查验合格证和出厂试运行记录。发电机组配备的控制柜接线应正确，紧固件紧固状态应良好，开关、保护装置的型号、规格应正确，出厂试验的锁定标记应无位移。

条文说明

柴油发电机组供货时，零部件多，要依据装箱单逐一清点。通常发电机是由柴油机厂向电机厂订货后，统一组装成发电机组，有电机制造厂的出厂试验记录，可在交接试验时作对比用。有的柴油发电机及其控制柜、配电柜在出厂时已做负载试验，并按产品制造要求对发电机本体保护的各类保护装置做出标定或锁定。成套供应的柴油发电机，经运输保管和施工安装，紧固件有可能发生松动移位，所以要认真检查，以确保安全运行。

12.2.7 UPS 和 EPS 进场检查时，其整流器、逆变器、静态开关、蓄电池的技术参数应满足设计要求。

12.2.8 箱式变电站进场时，设备不得有机械损伤，附件应齐全，各组合部件应无松动和脱落。箱式变电站内部电器部件及连接应无损坏，风口防护网应完好。

条文说明

箱式变电站在运输过程中，内部元件易松动，需在进场时检查。

12.2.9 风光互补控制器应具有风力发电机组充电输入端、光伏充电电路输入端、蓄电池接线端、逆变器接线端的明显标志。

12.3 高低压配电柜（箱）

12.3.1 高压配电柜布设通道的宽度应满足设计要求，无具体规定时，高压配电柜布设通道的最小宽度应符合表 12.3.1 的规定。

表 12.3.1 高压配电柜布设通道的最小宽度 (mm)

配电柜布置方式	柜后维护通道	柜前操作通道	
		固定式配电柜	移开式配电柜
单排布置	800	1 500	单手车长度 + 1 200
双排面对面布置	800	2 000	双手车长度 + 900
双排背对背布置	1 000	1 500	单手车长度 + 1 200

- 注：1. 固定式配电柜为靠墙布置时，柜后与墙净距大于 50mm，侧面与墙净距大于 200mm。
 2. 通道宽度在建筑物的墙面有柱等局部凸出时，凸出部位的通道宽度可减少 200mm。
 3. 当配电柜侧面需设置通道时，通道宽度不小于 800mm。
 4. 对全绝缘密封式成套配电装置，可根据厂家安装使用说明书减少通道宽度。

12.3.2 低压配电柜布设通道的宽度应满足设计要求，无具体规定时，低压配电柜布设通道的最小宽度应符合表 12.3.2 的规定。

表 12.3.2 低压配电柜布设通道的最小宽度 (mm)

配电柜		单排布置		双排面对面布置		双排背对背布置		双排同向布置		柜侧通道				
		柜前	柜后		柜前	柜后		柜前	柜后		柜间	前、后排柜距墙		
			维护	操作		维护	操作					维护	操作	前排柜前
固定式	不受限制时	1 500	1 100	1 200	2 100	1 000	1 200	1 500	1 500	2 000	2 000	1 500	1 000	1 000
	受限制时	1 300	800	1 200	1 800	800	1 200	1 300	1 300	2 000	1 800	1 300	800	800
抽屉式	不受限制时	1 800	1 000	1 200	2 300	1 000	1 200	1 800	1 000	2 000	2 300	1 800	1 000	1 000
	受限制时	1 600	800	1 200	2 100	800	1 200	1 600	800	2 000	2 100	1 600	800	800

- 注：1. 受限制时是指受到建筑平面的限制、通道内有柱等局部突出物的限制。
 2. 背靠背布置时柜前通道宽度可按本表中双排背对背布置的柜前尺寸确定。
 3. 控制屏、控制柜、落地式动力配电箱前后的通道最小宽度可按本表确定。
 4. 挂墙式配电箱的箱前操作通道宽度不小于 1m。

12.3.3 基础型钢安装后，其顶部高程应满足设备技术文件要求，无要求时宜高出地面 10mm，基础型钢安装的允许偏差应符合表 12.3.3 的规定。基础型钢应有明显的可靠接地，并应采取防腐蚀措施。

表 12.3.3 基础型钢安装的允许偏差

项目	允许偏差	
	mm/m	mm/全长
不直度	<1.0	<5.0
水平度	<1.0	<5.0
位置偏差及平行度	—	<5.0

12.3.4 配电柜单独或成列安装时，配电柜安装的允许偏差应符合表 12.3.4 的规定。

表 12.3.4 配电柜安装的允许偏差

项目	允许偏差
垂直度	<1.5mm/m
柜间接缝	<2.0mm
成列柜面偏差	<5.0mm

12.3.5 引入柜（箱）内的电缆及其芯线应符合下列规定：

- 1 引入柜（箱）的电缆应正确连接、整齐排列、牢固接线、规范成端、清晰标识，不得使所接的端子排受到机械外力。
- 2 铠装电缆、屏蔽电缆在进入柜（箱）后，钢带、屏蔽层应可靠接地。
- 3 柜（箱）内的电缆芯线，应按垂直或水平的方向整齐排列，不得任意歪斜交叉连接；备用芯线长度应留有适当余量。
- 4 强弱电回路不应使用同一根电缆管道，并应分别成束排列。
- 5 柜（箱）及电缆管道安装完毕后应封堵。

条文说明

1 由于受柜、箱内空间限制，操作不便，在布线时较易使端子排受到一定的机械外力，影响长期使用的稳定性，在接线完成后即使检查到问题也往往难以改正，所以在布线时需特别注意。

- 5 本款规定的目的是防止小型动物进入及潮气等侵入。

12.3.6 连接门上的电器、控制板等可动部位的导线应符合下列规定：

- 1 应采用多股软导线，敷设长度应有适当余量。
- 2 线束外应有外套塑料管等加强绝缘层。
- 3 与电器连接时，端部应绞紧，并应加终端附件或搪锡，不得松散、断股。
- 4 在可动部位两端应用卡子固定。

条文说明

本条规定的目的是保证导线连接坚固可靠，可动部位导线不致因检修调试等原因断裂或绝缘层开裂。

12.3.7 二次回路每个接线端子的每侧接线宜为 1 根，且不得超过 2 根。对于插接式端子，不同截面的两根导线不得接在同一端子上；对于螺栓连接端子，当接两根导线时，中间应加平垫片。

12.3.8 柜（箱）外壳应可靠接地。柜（箱）门应以裸铜软线与接地的金属构架可靠连接。

12.3.9 安装完毕后，宜将本柜（箱）的原理图及接线图置于柜（箱）适当位置。

12.4 母线

12.4.1 封闭式母线、插接式母线组对接续前，应测试绝缘电阻，绝缘电阻值不应小于 $20M\Omega$ 。

条文说明

封闭母线和插接式母线是分段供货，现场组对连接，完成后要检查总体交流工频耐压水平和绝缘程度。为了能顺利通过最终检验，防患于未然，所以安装前要对各段母线进行绝缘检查，包括各相对地和相间的绝缘检查。

12.4.2 母线安装应符合现行《电气装置安装工程 母线装置施工及验收规范》(GB 50149)的有关规定。

12.4.3 母线的相序排列应满足设计要求，无具体规定时，应符合下列规定：

- 1 上、下布置的交流母线，由上到下排列应为 A、B、C、N 相。
- 2 水平布置的交流母线，由柜后向柜面排列应为 N、A、B、C 相。
- 3 由柜后向柜面看，交流母线的引下线由左至右排列应为 A、B、C、N 相。

条文说明

本条规定了母线相序的统一排列方式，有助于运行操作及人员的安全。因为 C 相的相色漆规定为红色，故将其排在除 N 相以外最易接近的一侧，以引起接近母线人员的警觉。

12.4.4 母线标识的颜色应符合下列规定：

- 1 三相交流母线中，A 相应为黄色，B 相应为绿色，C 相应为红色，N 相应为淡蓝色。
- 2 单相交流母线与引出相的颜色应相同。
- 3 封闭母线的外表面及外壳内表面应为无光泽黑色，外壳外表面应为浅色。

12.5 变压器

12.5.1 变压器吊装时，应按设备技术文件要求确定吊点。

条文说明

本条规定是为了避免误吊不合理吊点而损坏变压器结构。吊装干式变压器，可以利用变压器上部钢横梁主吊环吊装。

12.5.2 变压器安装中心线、高程应满足设计要求，基础轨道应水平。

12.5.3 变压器用封闭母线连接时，其套管中心线应与封闭母线中心线的尺寸相符。

12.5.4 变压器的低压侧中性点应与接地干线直接连接。变压器箱体、干式变压器的支架或外壳应可靠接地。

条文说明

变压器的接地既有高压部分的保护接地，又有低压部分的工作接地，且两者共用同一个接地装置。在变配电室要求接地装置从地下引出的接地干线，以最短的路径直接引至变压器壳体和变压器的零母线N（变压器的中性点）及低压供电系统的PE干线或PEN干线，中间需尽量减少螺栓搭接，不允许经其他电气装置接地后串联连接，以确保运行中人身和电气设备的安全。干式变压器的铁芯和金属件，以及有保护外壳的干式变压器金属箱体，均是电气装置中重要的经常为人接触的非带电可接近裸露导体。为保证人身和设备安全，其保护接地需可靠。

12.6 柴油发电机组

12.6.1 柴油发电机组的四周净距不得小于1m，上部净距不得小于2m。

条文说明

本条规定的目的是便于机组的冷却、操作和维护保养等。

12.6.2 柴油发电机组安装前，应检查基础的位置、尺寸、混凝土强度和地脚螺栓的位置、规格等，确认满足设计要求，无具体规定时，应满足设备技术文件要求。

条文说明

发电机组运行时有一定的震动，在设备安装使用说明书中一般会对基础提出强度、隔震等要求，所以需要在安装前对基础进行检查验收。

12.6.3 地脚螺栓固定的机组应经初平、螺栓孔灌浆、精平、紧固地脚螺栓、二次灌浆等机械安装程序。安放式的机组应按设备技术要求将底部垫实。

12.6.4 机组就位时，应调整机组的水平偏差。地脚螺栓应牢固可靠，并有防松动措施。

12.6.5 柴油发电机的废气应使用外接排气管引至室外，排气管应选择较短、较直的路径；排气管的布设应避免高温烘烤其他管道或电缆等。

12.6.6 外置油箱宜设置在独立的房间并采用砖墙或混凝土墙及甲级防火门隔离。

12.6.7 发电机中性线应与接地干线直接连接。螺栓防松动设施应齐全，并应有接地标识。发电机本体和机械部分的可接近裸露导体应可靠接地，且应有接地标识。

12.6.8 发电机及控制箱线缆应正确连接、整齐排列、牢固接线、规范成端、清晰标识。馈电出线的相序应与原供电系统的相序一致。

条文说明

当负载有交流电动机时，若发电机馈电相序与原供电系统相序不同，电动机将反向运行，运行结果将难以预料。

12.6.9 发电机组至低压配电柜馈电线路的相间、相对地间的绝缘电阻值不应小于 $0.5M\Omega$ 。

条文说明

由柴油发电机至配电室或经配套的控制柜至配电室的馈电线路，如为绝缘电线或电力电缆，通电前需按本条规定进行试验；如馈电线路为封闭母线，则按现行《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》(GB 50150) 对封闭母线进行检查和试验。

12.6.10 机房的进风、排风应顺畅，且应采取防止发电机废气及机房排出的热空气回流的措施。

条文说明

本条规定是为了保证发电机进气端获得足够的氧气，环境气温满足要求。

12.7 UPS 和 EPS

12.7.1 UPS、EPS 及蓄电池柜的型钢基础应按本规范第 12.3.3 条的有关规定执行。设备安装的垂直度允许偏差应按本规范表 12.3.4 的有关规定执行。

12.7.2 UPS 或 EPS 连线及出线的线间、线对地间绝缘电阻值不应小于 $0.5M\Omega$ 。

条文说明

本条是参考《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB 50303—2015)的有关规定。

12.7.3 蓄电池安装应符合下列规定：

1 蓄电池在运输、保管、安装过程中，不得承受强烈冲击和震动，不得倒置、重压、受潮、日晒和短路。

2 蓄电池到达现场后，应在规定的时间内安装和充电。安装前的保管应满足设备技术文件要求。

3 蓄电池安装应平稳、排列整齐、间距均匀；极性连接正确，连接时应使电池抽头不受额外应力；接头连接部分应涂电力复合脂，螺栓应紧固。

4 蓄电池的引出电缆宜采用塑料外护套电缆。电缆的引出线应标明极性，正极为赭色，负极为蓝色。

12.7.4 UPS 或 EPS 输出端的中性线应与接地干线直接连接，做重复接地，连接应可靠，紧固件及防松零件应齐全。设备可接近裸露导体应可靠接地，且应有接地标识。

条文说明

UPS、EPS 输出端的中性线(N极)通过接地装置引入干线做重复接地，有利于遏制中心点漂移，使三相电压均衡度提高；同时，当引向 UPS 供电侧的中性线意外断开时，可确保 UPS 输出端不会引起电压升高而损坏由其供电的重要用电设备。

12.8 电力监控系统

12.8.1 继电保护和自动装置安装应牢固，安装位置应满足设计要求。

12.8.2 继电保护应按设计、设备技术文件和电力系统要求设置整定电流、保护类型、灵敏系数和动作时间等参数。

12.8.3 线缆应正确连接、整齐排列、牢固接线、规范成端、清晰标识。

12.9 箱式变电站

12.9.1 箱式变电站基础施工应符合下列规定：

1 场地应无不良地质作用和地质灾害，四周应有足够的安全空间。

- 2 应检测地基承载力，检测结果应满足设备安装要求。
- 3 基础顶部应高于室外地坪，周围排水应通畅。
- 4 基础结构、尺寸、强度等应满足设计要求。
- 5 应采取防止小型动物进入箱内的措施。

12.9.2 箱式变电站吊装时，应按设备技术文件要求确定吊点。

12.9.3 箱式变电站的位置偏差及平行度允许偏差不应大于 5mm，安装应牢固。

12.9.4 线缆应正确连接、整齐排列、牢固接线、规范成端、清晰标识。

12.9.5 箱式变电站的接零、接地应与接地干线直接连接，所有连接均应可靠，紧固件及防松零件应齐全。

12.9.6 金属箱式变电站箱体应可靠接地，且应有接地标识。

12.10 风/光供电系统

12.10.1 风力发电机组和光伏组件的安装应符合现行《风光互补发电系统 第1部分：技术条件》(GB/T 19115.1)的有关规定。

12.10.2 光伏组件安装位置应保证在日照所有时间内能接收太阳照射。光伏组件安装允许偏差应符合表 12.10.2 的规定。

表 12.10.2 光伏组件安装允许偏差

项目	允许偏差	
倾斜角度偏差	$\pm 1^\circ$	
光伏组件边缘高差	相邻光伏组件间	$\leq 2\text{mm}$
	同组光伏组件间	$\leq 5\text{mm}$

12.10.3 控制器、逆变器、蓄电池安装应符合相应电气设备安装规范或操作规程。

12.10.4 系统接线应按下列顺序进行：

- 1 控制器与逆变器连接。
- 2 控制器与蓄电池组连接。
- 3 光伏阵列与控制器光伏输入端连接。
- 4 风力发电机组输出线与控制器风力发电充电输入端连接。

12.11 调试与检查

12.11.1 供配电设施送电前应做交接试验，交接试验应符合现行《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》（GB 50150）的有关规定。

12.11.2 设备安装完毕、送电投运前应进行检查，并应符合下列规定：

- 1 柜（箱）内及各元件表面应清洁、干燥、无异物。
- 2 柜（箱）及所有的电器元件设备安装螺栓应紧固。
- 3 操作机构、开关等可动元件应灵活、可靠、准确。
- 4 所有主回路、接地回路及辅助回路接点应牢固、准确；低压每个输出回路标记应清晰，回路名称应准确。
- 5 电器整定值应准确，仪表与互感器的变比及接线极性应正确，所有电器元件应无异常。
- 6 具有温度指示、温度控制、风机、凝露控制等装置的设备，应满足电气性能要求和设备使用要求。

12.11.3 供配电设施首次送电前，系统内开关均应处于断开状态。送电应逐级进行。

12.11.4 高压配电柜调试应符合下列规定：

- 1 手车推拉应灵活，无卡阻、碰撞现象。
- 2 接地开关分、合闸动作应正确可靠。
- 3 断路器分、合闸和储能功能应正常，指示灯状态应正确。
- 4 回路电压、回路电流应正常。
- 5 机械闭锁应可靠，电气操作、联动、互锁试验应正确可靠。
- 6 计量电流互感器、电压互感器应按计量检定规程检定。

12.11.5 低压配电柜调试应符合下列规定：

- 1 抽屉开关柜的推拉应灵活，无卡阻、碰撞现象。
- 2 断路器分、合闸和储能功能应正常，指示灯状态应正确。
- 3 回路电压、回路电流应正常。
- 4 无功功率自动补偿控制器投入后，其功能模块运行应正常。
- 5 双电源切换开关动作应正确可靠，技术参数应满足设计和设备技术文件要求。

12.11.6 变压器调试应符合下列规定：

- 1 变压器第一次投入时，可全电压冲击合闸，冲击合闸宜由高压侧投入。
- 2 变压器应进行5次空载全电压冲击合闸，应无异常情况；第一次受电后持续时

间不应少于 10min；全电压冲击合闸时，其励磁涌流不应引起保护装置动作。

3 变压器试运行应测量冲击电流、空载电流、一次电压、二次电压、温度等，并做好试运行记录。

4 变压器与高压配电柜互锁应正确。

5 变压器仪表显示应正确，温升应满足产品技术要求。

6 负载运行前，变压器应空载无故障运行 24h。

12.11.7 柴油发电机组调试与检查应符合下列规定：

1 油、气、水冷、风冷、烟气排放等系统和隔振防噪声设施应满足设备技术文件要求。

2 配置的消防器材应满足设计要求。

3 发电机静态试验、随机配电盘控制柜接线检查应合格。

4 发电机应进行空载试验，启动时间应满足设计和设备技术文件要求；发电机输出电压、输出电流、运行频率、柴油机转速、冷却液温度等参数应满足设计和设备技术文件要求。

5 市电供电与柴油发电机供电连锁与自动切换功能应正常。

6 发电机空载试运行和试验调整合格后，受电侧低压配电柜的开关设备、自动或手动切换装置和保护装置等试验合格后，应按设计的自备电源使用分配预案进行负荷试验，机组应连续无故障运行 12h。

条文说明

柴油发电机组的柴油机需空载试运行，经检查无油、水泄漏，机械运转平稳、转速自动或手动控制满足要求，且发电机已做过静态试验，才具备条件做下一步的发电机空载和负载试验。为了防止空载试运行时发生燃油外漏、引发火灾等意外事故，需按设计要求或消防规定配齐消防器材，同时还需做好消防灭火预案。与柴油发电机馈电有关的电气线路及其元器件的试验均合格后，作为备用电源才具有可靠性。

12.11.8 UPS 和 EPS 调试应符合下列规定：

1 输入相序应满足设备运行要求。

2 输出的电压稳定性、波形畸变、频率、相位、损耗等技术性能指标和静态开关的动作应满足设计和设备技术文件要求。

3 EPS 切换时间应满足设计要求。

4 应按设备技术文件的规定对蓄电池进行充电和放电。

5 在蓄电池 3 次充放电循环内，其常温下的放电容量不应低于设计放电容量。

条文说明

5 根据《电气装置安装工程 蓄电池施工及验收规范》(GB 50172—2012) 的规

定，若蓄电池经过3次充放电循环，容量仍达不到设计要求，则蓄电池不合格，需查明原因后采取相应措施，否则不能交付。

12.11.9 电力监控系统调试应符合下列规定：

- 1 速断、过流、过负荷等整定值应满足设计和设备技术文件要求。
- 2 仪表显示应正确，装置动作应可靠。
- 3 通信管理、遥测、遥信、遥控、配电室环境监控及报表管理功能应满足设计要求。

12.11.10 风/光供电系统调试应符合下列规定：

- 1 去除光伏遮蔽物，放开风力发电机组制动装置，测量光伏组件、风力发电机组件和蓄电池组的电压，测量结果应满足设计和设备技术文件要求。
- 2 应先闭合蓄电池组开关，再依次闭合光伏组件、风力发电机组件开关，通过控制器调整各部件参数，测量输出交流、直流电压和输出电流，测量结果应满足设计和设备技术文件要求。
- 3 系统显示功能及逆变器、控制器上各种工作状态显示灯或电压表、电流表显示应正常。
- 4 开启逆变器，指示正常后，接通负载，测试系统监控、蓄电池管理、保护、状态检测等功能，测试结果应满足设计要求。

12.11.11 系统功能调试时，应模拟日常操作，系统动作应正确。在模拟发生输入停电、复电、回路启动或关闭时反应动作应迅速准确，互锁逻辑关系应满足设计要求，远程控制应准确可靠。

12.12 施工质量控制标准

12.12.1 高低压配电柜（箱）施工质量检查及控制标准应符合表 12.12.1 的规定。

表 12.12.1 高低压配电柜（箱）施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	高压成套开关设备型式试验报告	具有型式试验报告	100%	检查随机资料
2	低压成套开关设备 CCC 认证标志	具有 CCC 标志	100%	检查随机资料
3	高压配电柜布设通道的最小宽度	满足本规范表 12.3.1 的要求	100%	卷尺测量
4	低压配电柜布设通道的最小宽度	满足本规范表 12.3.2 的要求	100%	卷尺测量

续表 12.12.1

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
5	高低压配电柜基础型钢安装的允许偏差	满足本规范表 12.3.3 的要求	100%	水平测量仪、垂直度测量仪测量
6	高低压配电柜安装的允许偏差	满足本规范表 12.3.4 的要求	100%	塞尺测量
7	配电箱基础尺寸及高程	满足设计要求	100%	卷尺测量
8	共用接地电阻	如外场设备的保护接地体和防雷接地体未分开设置, 则共用接地电阻 $\leq 1\Omega$	100%	接地电阻测量仪测量

12.12.2 母线施工质量检查及控制标准应符合表 12.12.2 的规定。

表 12.12.2 母线施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	相序、相色	满足设计要求	100%	目测检测
2	共用接地电阻	如外场设备的保护接地体和防雷接地体未分开设置, 则共用接地电阻 $\leq 1\Omega$	100%	接地电阻测量仪测量

12.12.3 变压器施工质量检查及控制标准应符合表 12.12.3 的规定。

表 12.12.3 变压器施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	变压器	符合现行《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》(GB 50150) 的有关规定	100%	按现行《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》(GB 50150) 试验项目的设备进行检查
2	共用接地电阻	如外场设备的保护接地体和防雷接地体未分开设置, 则共用接地电阻 $\leq 1\Omega$	100%	接地电阻测量仪测量

12.12.4 柴油发电机组施工质量检查及控制标准应符合表 12.12.4 的规定。

表 12.12.4 柴油发电机组施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	发电机组控制柜绝缘电阻	$\geq 2M\Omega$	100%	500V 绝缘电阻测试仪测量
2	发电机组启动及启动时间	满足设计要求	100%	实操检测
3	发电机组容量	满足设计要求	100%	检查出厂测试报告
4	发电机组相序	与机组输出标志一致	100%	相序指示器测试

续表 12.12.4

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
5	发电机蓄电池	蓄电池工作正常	100%	实操检测
6	发电机组输出电压稳定性	满足设计要求	100%	实操检测或检查出厂测试报告
7	自动发电机组自启动转换功能	切断市电供电后,发电机组能自动启动,稳定后送入规定的线路;手动优先切换功能正常	100%	实操检测
8	机组供电切换对机电系统的影响	机电系统所有设备不因受到机组电源切换而工作出现异常	100%	实操检测或检查有效历史记录
9	共用接地电阻	如外场设备的保护接地体和防雷接地体未分开设置,则共用接地电阻 $\leq 1\Omega$	100%	接地电阻测量仪测量

12.12.5 UPS 和 EPS 施工质量检查及控制标准应符合表 12.12.5 的规定。

表 12.12.5 UPS 和 EPS 施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法	
1	柜体基础尺寸及高程	满足设计要求	100%	卷尺测量	
2	共用接地电阻	如外场设备的保护接地体和防雷接地体未分开设置,则共用接地电阻 $\leq 1\Omega$	100%	接地电阻测量仪测量	
3	UPS 和 EPS 功能及性能	输出电压	UPS 输出电压偏差为标称电压的 $\pm 5\%$,EPS 逆变应急输出电压偏差为标称电压的 $\pm 10\%$	100%	电能质量分析仪测量 10min
		输出频率	频率偏差限值为 $\pm 0.5\text{Hz}$	100%	电能质量分析仪测量每次取 1s、3s 或 10s 间隔内计到的整数周期与整数周期累计时间之比
		总谐波畸变率	UPS 输出和 EPS 逆变应急输出总谐波畸变率 $\leq 5\%$	100%	电能质量分析仪测量 10min
		市电与备用电源切换时间	满足设计要求	100%	示波器测量
		显示功能	满足设计要求	100%	功能检测

12.12.6 电力监控系统施工质量检查及控制标准应符合表 12.12.6 的规定。

表 12.12.6 电力监控系统施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	通信管理	监视网络上各节点的运行工况,通信故障时产生报警并自动复位	100%	实操检测

续表 12.12.6

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
2	遥测功能	满足设计要求	100%	功能检测
3	遥信功能	满足设计要求	100%	功能检测
4	遥控功能	满足设计要求	100%	功能检测
5	配电室环境监控	满足设计要求	100%	功能检测
6	报表管理功能	能查询设计文件要求的各类报表	100%	功能检测

12.12.7 箱式变电站施工质量检查及控制标准应符合表 12.12.7 的规定。

表 12.12.7 箱式变电站施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	低压成套开关设备线路的线间和线对地间绝缘电阻	馈电线路 $\geq 0.5M\Omega$ ，二次回路 $\geq 1M\Omega$	100%	500V 绝缘电阻测试仪测量
2	位置偏差及平行度允许偏差	$< 5mm$ /全长	100%	水平测量仪、垂直度测量仪测量
3	共用接地电阻	如外场设备的保护接地体和防雷接地体未分开设置，则共用接地电阻 $\leq 1\Omega$	100%	接地电阻测量仪测量

12.12.8 风/光供电系统施工质量检查及控制标准应符合表 12.12.8 的规定。

表 12.12.8 风/光供电系统施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	立柱垂直度	$\leq 5mm/m$	100%	垂直度测量仪测量
2	绝缘电阻	交流 220V 强电端子对地绝缘电阻 $\geq 50M\Omega$	100%	500V 绝缘电阻测试仪测量
3	保护接地电阻	$\leq 4\Omega$	100%	接地电阻测量仪测量
4	防雷接地电阻	$\leq 10\Omega$	100%	接地电阻测量仪测量
5	共用接地电阻	如外场设备的保护接地体和防雷接地体未分开设置，则共用接地电阻 $\leq 1\Omega$	100%	接地电阻测量仪测量
6	输出电压、输出电流	满足设计要求	100%	万用表测量
7	监控功能	满足设计要求	100%	功能检测
8	蓄电池管理功能	满足设计要求	100%	功能检测
9	保护功能	满足设计要求	100%	功能检测
10	状态监测功能	满足设计要求	100%	功能检测

13 中央控制管理设施

13.1 一般规定

13.1.1 中央控制管理设施施工内容应包括控制台、机柜、信息显示设备、计算机及网络设备与软件的安装、调试与检查。

13.1.2 中央控制管理设施施工应在具备下列条件时进行：

- 1 中央控制室面积、空间跨度、净空高度、门窗大小位置满足设计要求。
- 2 中央控制室预留预埋管槽、孔洞和竖井的位置、数量和尺寸满足设计要求。
- 3 中央控制室装饰工程已完成。防静电地板的安装符合现行《防静电工程施工与质量验收规范》（GB 50944）的有关规定。
- 4 建筑物接地合格。
- 5 IP 地址分配、VLAN 划分、路由配置等已完成。

13.2 设备材料检验

13.2.1 中央控制管理设施设备材料进场时，应按本规范第 3.0.3 条的有关规定进行一般性检查。

13.2.2 统软件、支撑软件的使用许可证、使用范围及版本应满足设计要求，文档资料应齐全。

条文说明

根据现行《软件产品分类》（GB/T 36475）的有关规定，操作系统和数据库管理系统划分为系统软件，开发支撑软件、中间件、浏览器、虚拟化软件、大数据处理软件和人工智能软件划分为支撑软件。

13.2.3 需强制认证的网络安全专用设施应符合《网络关键设备和网络安全专用产品目录》的有关规定。

条文说明

列入《网络关键设备和网络安全专用产品目录》的网络安全专用产品应至少符合以下条件之一：一是依据《关于调整网络安全专用产品安全管理有关事项的公告》要求，按照现行《信息安全技术 网络安全专用产品安全技术要求》(GB 42250)等相关国家标准强制性要求，由具备资格的机构安全认证合格或安全检测符合要求的；二是此前已经获得《计算机信息系统安全专用产品销售许可证》，且在有效期内的。

13.3 控制台

13.3.1 控制台的平面布置应满足设计要求。

13.3.2 控制台安装时，应保证散热空间，不得堵塞散热孔洞。

13.3.3 控制台设备应布局合理，安装稳固。接插件应安装牢固，接触可靠。

13.3.4 线缆应整齐排列、牢固接线、规范成端、清晰标识，线缆两端应留有余量。

13.4 机柜

13.4.1 机柜布设应符合下列规定：

1 机柜前净距不应小于0.8m，机柜背面净距不应小于0.6m，壁挂式机柜地面距地坪不宜小于0.3m。

2 面对面布置的机柜正面之间的距离不宜小于1.2m。

3 背对背布置的机柜背面之间的距离不宜小于0.8m。

4 当需要机柜侧面和后面维修测试时，机柜与机柜、机柜与墙之间的距离不宜小于1.0m。

5 成行排列的机柜，其长度大于6m时，两端应设有通道；当两个通道之间的距离大于15m时，在两个通道之间还应增加通道。通道的宽度不宜小于1m，局部可为0.8m。

13.4.2 机柜基础型钢的安装应按本规范第12.3.3条的有关规定执行。

13.4.3 机柜安装应符合下列规定：

1 机柜应安装牢固，垂直度及水平度允许偏差不应大于3mm/m。

2 机柜成排紧密放置时，面板应在同一平面上并与基准线平行，前后偏差不应大于3mm，机柜间缝隙不应大于3mm。

3 机柜成排分散放置时，其面板前后偏差不应大于5mm。

13.4.4 机柜内设备应布局合理，保证必要的散热和维修空间；机柜内应留有不少于10%的卡件安装空间。

条文说明

由于机柜内设备长期处于工作或待机状态，如果散热不良，可能影响设备使用寿命及稳定性。

13.4.5 机柜内设备、部件的安装，应在机柜定位完毕并固定后进行。安装在机柜内的设备应牢固。柜内设备安装接插件时，应使用接地的手腕带、脚带或等效的防静电设施。

13.4.6 机柜内的线缆应整齐排列、牢固接线、规范成端、清晰标识，线缆两端应留有余量，接线端子预留数量应合理。

13.5 信息显示设备

13.5.1 信息显示设备施工内容应包括监视器墙和大屏幕显示系统等的安装、调试与检查。

13.5.2 监视器墙、大屏幕显示系统的安装方位、角度、高度应满足设计要求，设备后部净距不应小于800mm。

13.5.3 监视器墙、大屏幕显示系统的屏幕应避免强光直射。

13.5.4 监视器墙、大屏幕显示系统基础采用型钢制作时，型钢焊接应牢固，焊缝饱满，无夹渣、气孔，表面平整，基础型钢安装的允许偏差应按本规范表12.3.3的有关规定执行。

13.5.5 通风散热和电磁屏蔽措施应满足设计和设备技术文件要求。

13.5.6 线缆应整齐排列、牢固接线、规范成端、清晰标识，线缆两端应留有余量。

13.5.7 监视器墙安装应符合下列规定：

- 1 监视器墙应按设计要求布局，监视器间距应满足设计要求。
- 2 监视器墙支架应拼（焊）接完整，安装稳固，横竖端正。
- 3 监视器墙垂直度允许偏差不应大于2mm/m。

13.5.8 大屏幕显示系统安装应符合下列规定：

- 1 大屏幕显示系统应按设计要求布局。
- 2 屏幕应平整整洁，拼接缝满足设计要求，无具体规定时，拼接缝不应大于2mm。

13.6 计算机及网络设备

13.6.1 设备应布局合理，安装牢固，标识清晰。

条文说明

标识上需标明设备的名称和网络地址。

13.6.2 设备安装时应根据设备散热要求保留必要的散热空间。

13.6.3 计算机及网络设备的IP地址、VLAN划分、路由配置等应满足网络规划的要求。

13.6.4 网线接头、插座的制作应符合现行《综合布线系统工程验收规范》(GB/T 50312)的有关规定。

13.6.5 光电缆布放时应正确路由、整齐排列、牢固接线、规范成端、清晰标识，弯曲半径和预留长度应满足设计和有关规范要求。

13.7 软件

13.7.1 应用软件设计、开发和管理应符合下列规定：

- 1 软件功能应满足设计要求，应包括信息采集、数据处理、控制方案执行、信息显示、统计查询和报表生成、数据档案存储、设备监测、容错及分级保密等功能。
- 2 软件人机界面应满足友好、汉化、图形化要求，图形切换流程清楚易懂，便于操作、维护，对报警信息的显示和处理应直观有效。
- 3 软件应具有可扩展性，宜采用模块化方法开发。
- 4 应与管理要求相适应。

条文说明

根据现行《软件产品分类》(GB/T 36475)的有关规定，将通用应用软件、行业应用软件和行业应用软件划分为应用软件。

隧道运营一般由隧道中央控制室集中管理。中央控制室接收隧道内及洞口监控设备

采集的信息，综合分析处理后由中央控制室下达控制命令。中央控制室还负责与隧道管理所、交警、火警、医疗、上级管理机构等有关部门联系，接收和上传相关信息给相应机构，进行信息的交流和沟通。特别是发生事故时，中央控制室需尽快完成救援和事故处理工作。因此，要求应用软件需符合所在地区对信息流程管理的要求，并根据管理要求来设置数据格式、数据存储方式、数据交换方式等，且根据管理所本身管理体制及监控要求，设置相应的管理界面、管理权限等。

13.7.2 系统软件安装前，应确认计算机硬件配置满足要求。

13.7.3 应用软件、支撑软件及信息安全软件安装前，应确认计算机网络设备软硬件配置满足要求。

条文说明

计算机硬件配置主要核对 CPU、硬盘、内存、显卡和显示器规格型号是否满足应用软件安装的要求。软件配置主要核对操作系统、数据库、中间件等系统软件的版本和配置是否满足应用软件安装的要求。

13.7.4 系统软件和应用软件应按产品手册进行安装，账户、权限、网络等配置应正确。

13.7.5 防病毒软件安装后，应及时升级病毒库。

13.8 调试与检查

13.8.1 系统联动调试宜采用中央控制室设备调试→网络通信测试→应用软件的配置与调试→系统联动调试→预案测试的施工流程。

13.8.2 监视器墙调试与检查应符合下列规定：

- 1 拍摄对象应处于设计照度下，观察位置应为监视人员工作时的位置。
- 2 监视器视频信号应正常，图像应清晰，无失真、拖尾、跳帧、抖动或马赛克现象，图像上不应觉察有损伤或干扰存在。
- 3 图像切换功能应正常。

13.8.3 大屏幕显示系统调试与检查应符合下列规定：

- 1 达到白平衡时的亮度和亮度不均匀度应满足设计要求。无具体规定时，大屏幕投影屏幕亮度不应小于 $150\text{cd}/\text{m}^2$ ，液晶显示屏、LED 显示屏亮度不应小于 $450\text{cd}/\text{m}^2$ ；亮度不均匀度不应大于 10%。

2 监视器视频信号应正常,图像应清晰、稳定、无抖动,图像明亮、色泽鲜艳可调,在图像上不应观察到任何损伤或干扰。

3 图像切换功能应正常,摄像机图像和计算机界面应正确显示,多窗口应能同时显示多个监视断面,应能对所选择的窗口任意缩放控制。

13.8.4 网络通信测试应符合下列规定:

1 网络设备线缆的接线、衰减、近端串扰、回波损耗等指标应符合现行《综合布线系统工程验收规范》(GB/T 50312)的有关规定。

2 IP子网划分测试、VLAN划分测试、路由功能测试、组播功能测试、容错功能、网络管理等局域网系统功能测试应符合现行《基于以太网技术的局域网(LAN)系统验收测试方法》(GB/T 21671)的有关规定。

3 局域网系统连通性测试、链路传输性能测试、吞吐率测试、丢包率测试、传输时延测试等局域网系统性能测试应符合现行《基于以太网技术的局域网(LAN)系统验收测试方法》(GB/T 21671)的有关规定。

4 远程多级联网控制测试应满足设计要求。

13.8.5 应用软件配置与调试应符合下列规定:

1 应按设计图纸录入设备基础信息,并应进行组态。

2 应用软件应进行性能、文档、可靠性、互连等多项测试。

条文说明

2 性能测试:检查软件是否满足设计文件中规定的性能要求,需对软件的响应时间、吞吐量、辅助存储区、处理精度进行测试。

文档测试:测试用户文档的清晰性和准确性,用户文档中所列应用案例需全部测试。

可靠性测试:对比软件测试报告中可靠性的评价与实际试运行中出现的问题,进行可靠性验证。

互连测试:验证两个或多个不同系统之间的互连性。

13.8.6 系统联动调试应逐一对各子系统进行远程测试,设备动作应正确,反馈应无误,运行应正常。应进行信息采集、数据处理、控制方案执行、信息显示、设备监测等功能的全面测试,所有功能应满足设计要求。

13.8.7 多系统联动方案应根据设计要求在软件中进行配置。系统在接收到联动信号后,应能按预定的联动方案准确及时联动相关设备。

13.8.8 应进行拥堵路况、交通管制、养护作业、污染物超标等日常交通事件的预案

测试，测试结果应满足设计要求。

13.8.9 应进行火灾、重大交通事故等突发或异常交通事件的应急预案测试，测试结果应满足设计要求。

13.9 施工质量控制标准

13.9.1 大屏幕显示系统施工质量检查及控制标准应符合表 13.9.1 的规定。

表 13.9.1 大屏幕显示系统施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	设备安装的水平度	满足设计要求，无具体规定时： $\leq 2\text{mm/m}$	100%	水平仪测量
2	设备安装的垂直度	满足设计要求，无具体规定时： $\leq 2\text{mm/m}$	100%	垂直度测量仪测量
3	屏幕布局	满足设计要求	100%	目测检测
4	拼接缝	满足设计要求，无具体规定时： $\leq 2\text{mm}$	100%	塞尺测量
5	亮度	达到白平衡时的亮度满足设计要求，无具体规定时： $\geq 150\text{cd/m}^2$	100%	亮度计测量
6	亮度不均匀度	达到白平衡时的亮度不均匀度满足设计要求，无具体规定时： $\leq 10\%$	100%	亮度计测量
7	图像显示	正确切换显示图像及其他信息	100%	实操检测
8	窗口缩放	可对所选择的窗口随意缩放控制	100%	实操检测
9	多视窗显示	同时显示多个监视断面的窗口	100%	实操检测

13.9.2 计算机网络及软件施工质量检查及控制标准应符合表 13.9.2 的规定。

表 13.9.2 计算机网络及软件施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	与本地控制器的通信功能	能与本地控制器正常通信	100%	功能检测
2	与中央控制室计算机通信功能	数据传输准确	100%	功能检测
3	与下端设备数据交换	按设定的系统轮询周期，及时准确地与车辆检测器、气象检测器、可变信息标志等交换数据	100%	对于检测器，在外场进行人工测试统计，然后与中心按时间段逐一对比，时间不少于 30min；对于可变标志，在外场与中心对比信息的正确性与实时性
4	图像监视功能	能够监视路段的运行状况	100%	功能检测
5	信息发布功能	指令信息通过系统正确地传送到可变信息标志、交通信号灯、车道指示器等设备	100%	功能检测

表 13.9.2

序号	检查项目		施工质量控制标准	检查数量	检查方法
6	系统工作状况监视功能		系统外场设备的工作状态在计算机或大屏幕上正确显示	100%	功能检测
7	服务器功能		完成网管、数据备份、资源共享及设计要求的其他功能	100%	功能检测
8	中央管理计算机功能		按设计要求协调和管理其他计算机	100%	功能检测
9	交通控制计算机功能		接收下端车辆检测器传送的信息, 执行设计制定的控制预案	100%	功能检测
10	通风照明计算机功能		接收下端环境检测器传送的信息, 执行设计制定的控制预案	100%	功能检测
11	火灾报警控制计算机功能		接收下端火灾报警控制器传送的信息, 执行设计制定的控制预案	100%	功能检测
12	图像控制计算机功能		能切换、控制 CCTV 图像, 并在大屏幕上显示	100%	功能检测
13	紧急电话控制台功能		能对下端分机的呼叫进行应答	100%	功能检测
14	系统应急预案		满足设计要求	100%	功能检测
15	以太网系统性能要求	链路传输速率	满足设计要求, 无要求时符合 10Mbps、100Mbps、1 000Mbps 的规定	100%	功能检测
		吞吐率	满足设计要求, 无具体规定时, 1518 帧长 $\geq 99\%$		
		传输时延	满足设计要求, 无具体规定时: $\leq 10\text{ms}$		
		丢包率	不大于 70% 流量负荷时: $\leq 0.1\%$		
16	以太网链路层健康状况	链路利用率	$\leq 70\%$	100%	功能检测
		错误率及各类错误	$\leq 1\%$		
		广播帧及组播帧	$\leq 50\text{fps}$		
		冲突 (碰撞) 率	$\leq 1\%$		

14 接地与防雷设施

14.1 一般规定

14.1.1 接地与防雷设施施工内容应包括接地设施、防雷设施等的安装、调试与检查。

14.1.2 接地与防雷设施施工应在具备下列条件时进行：

- 1 接地体施工范围内场地已清理。
- 2 接地干线的支撑结构已安装完毕，保护管道已预埋。
- 3 与接地及防雷设施相关的预留孔洞、预埋件已完成。
- 4 建筑物接地合格。

14.2 设备材料检验

14.2.1 接地与防雷设施设备材料进场时，应按本规范第3.0.3条的有关规定进行一般性检查。

14.2.2 电涌保护器应具有国家批准的防雷产品质量检测机构出具的检测报告。

14.2.3 热浸镀锌钢材厚度及防腐涂层厚度应满足设计要求，防腐涂层厚度无具体规定时，应符合现行《金属覆盖层 钢铁制件热浸镀锌层 技术要求及试验方法》(GB/T 13912)的有关规定。

14.3 接地设施

14.3.1 接地设施宜采用施工准备→接地体埋设→接地干线敷设→接地干线与接地体的连接→接地体回填→接地系统测试的施工流程。

14.3.2 接地体的埋设深度和间距应满足设计要求，无具体规定时，接地体顶面埋设深度不宜小于0.8m；水平接地体的间距不宜小于5m，垂直接地体的间距不宜小于其长度的2倍。

14.3.3 接地体埋设位置距墙或基础不宜小于 1m；在距建筑物出入口或人行道 3m 范围内时，应采取均压措施或铺设卵石、沥青地面。

14.3.4 接地体、接地干线应采用焊接连接，焊缝应饱满并有足够的机械强度，不得有夹渣、咬边、裂纹、虚焊、气孔等缺陷，焊接处应作防腐处理。

14.3.5 接地体、接地干线电弧焊焊接时，应采用搭接焊接，搭接长度应符合下列规定：

- 1 镀锌扁钢搭接长度不应小于其宽度的 2 倍，且应至少三面施焊；当宽度不同时，应取宽度大者。
- 2 镀锌圆钢搭接长度不应小于其直径的 6 倍，且应两面施焊；当直径不同时，应取直径大者。
- 3 镀锌圆钢与镀锌扁钢连接时，其搭接长度不应小于圆钢直径的 6 倍，且应两面施焊。
- 4 扁钢与钢管应紧贴 3/4 钢管表面上下两侧施焊，扁钢与角钢应紧贴角钢外侧两面施焊。

14.3.6 接地干线安装应满足下列规定：

- 1 接地干线沿电缆沟敷设时应平直，线形与电缆沟边缘线平行，与支撑结构的固定方式应满足设计要求。
- 2 沿建筑物墙壁水平敷设时，离地面距离宜为 250 ~ 300mm，接地干线与建筑物墙壁间的间隙宜为 10 ~ 15mm。接地干线穿墙时，应加套管保护。
- 3 扁钢作为接地干线敷设前应调直，埋地扁钢应侧放，扁钢与接地体连接的位置应距接地体最高点约 100mm。

14.3.7 接地体、接地干线回填土时应分层夯实，回填土内不应夹有石块和建筑垃圾，外取的土壤不得有较强的腐蚀性。

14.3.8 设备接地施工应符合下列规定：

- 1 等电位接地端子板应设置在便于安装和检查的位置，不得设置在潮湿或有腐蚀性气体及易受机械损伤的位置，等电位接地端子板的连接点应满足机械强度和电气连续性的要求。
- 2 金属导体，如电缆保护钢管及电缆保护屏蔽层等均应在入户处做等电位连接，并接至总接地端子板。
- 3 光缆的金属铠装保护层、金属加强芯等，应在入户处直接接地。
- 4 各种电气装置与接地网的连接应牢固可靠，严禁在一条接地线中串接两个及两个以上需要接地的电气装置。

5 机房内弱电设备的接地端子应连接至接地汇流排上，接地线截面应满足设计要求，无具体规定时，应采用截面不小于 4mm^2 的多股绝缘铜线。

6 机房内强电设备的接地端子应连接至接地汇流排上，接地线截面应满足设计要求，无具体规定时，应采用不小于其相线截面的多股绝缘铜线。

7 接地汇流排与接地干线之间应可靠连接，连接线截面应满足设计要求，无具体规定时，应采用截面不小于 16mm^2 的多股绝缘铜线。

8 隧道内弱电设备的接地端子应连接至隧道接地干线，接地线截面应满足设计要求，无具体规定时，应采用截面不小于 4mm^2 的多股绝缘铜线。

9 隧道内强电设备的接地端子应连接至隧道接地干线，接地线截面应满足设计要求，无具体规定时，应采用截面不小于 16mm^2 的多股绝缘铜线。

10 多股绝缘铜线与汇流排连接时，必须加装接线端子，接线端子尺寸应与线径相吻合，不同材料连接时应采用过渡接头并涂导电脂。

14.4 防雷设施

14.4.1 接地及防雷装置应采取自下而上的施工程序，首先安装接地装置，其次安装引下线，最后安装接闪器。

14.4.2 电涌保护器安装及接线应牢固可靠。各连接导线走线应短直、整齐，不得盘绕，并应就近由被保护设备的接地汇流排（端）接地。

14.4.3 电源线路电涌保护器的连接线和接地线最小截面应符合表 14.4.3 的规定。

表 14.4.3 电源线路电涌保护器的连接线和接地线的最小截面

SPD 级数	SPD 的类型	导线截面 (mm^2)	
		SPD 连接相线铜导线	SPD 接地端连接铜导线
第一级	开关型或限压型	6	10
第二级	限压型	4	6
第三级	限压型	2.5	4
第四级	限压型	2.5	4

14.4.4 信号线路电涌保护器接地线截面应满足设计要求，无具体规定时，应采用截面不小于 1.5mm^2 的铜芯导线。

14.4.5 接闪器和引下线制作与安装应符合下列规定：

- 1 接闪器与引下线应可靠连接。
- 2 现场制作的钢制接闪器应镀锌，焊接处应作防腐处理。

- 3 接闪器应竖直安装稳固，垂直度允许偏差不应大于 3mm/m。
- 4 接闪器的引下线及接地装置使用的紧固件应有防腐措施。
- 5 安装于金属构架上的外场设备设置独立接闪器时，可设置独立的接地装置。金属构架厚度不小于 4mm 时，可作为接闪器的引下线，底部应至少有 2 处与接地体对称连接。

14.4.6 变电所、监控站防雷接地设施的安装尚应符合现行《建筑物防雷设计规范》(GB 50057) 及《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》(GB 50169) 的有关规定。

14.5 调试与检查

14.5.1 各电气设备接地线与接地网应可靠连接。

14.5.2 应测试各独立接地网、接地系统的接地电阻，测试结果应满足设计要求，无具体规定时，应符合下列规定：

- 1 防雷接地电阻值不应大于 10Ω。
- 2 保护接地电阻值不应大于 4Ω。
- 3 保护接地与防雷接地未分开设置时，接地电阻值不应大于 1Ω。

14.6 施工质量控制标准

14.6.1 接地设施施工质量检查及控制标准应符合表 14.6.1 的规定。

表 14.6.1 接地设施施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	接地体、接地线材料和结构尺寸	满足设计要求	符合现行《金属覆盖层 钢铁制件热浸镀锌层 技术要求及试验方法》(GB/T 13912) 的有关规定	钢卷尺、游标卡尺测量
2	接地体、接地线防腐层厚度	满足设计要求，无具体规定时，应符合现行《金属覆盖层 钢铁制件热浸镀锌层 技术要求及试验方法》(GB/T 13912) 的有关规定	符合现行《金属覆盖层 钢铁制件热浸镀锌层 技术要求及试验方法》(GB/T 13912) 的有关规定	涂层测厚仪测量
3	垂直接地体埋设间距	满足设计要求，无具体规定时，不宜小于其长度的 2 倍	100%	钢卷尺、皮尺测量
4	垂直接地体顶部埋设深度	满足设计要求，无具体规定时，不宜小于 0.8m	100%	钢卷尺测量

续表 14.6.1

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
5	接地体、接地线焊接质量	无夹渣、咬边、裂纹、虚焊、气孔等缺陷，防腐处理满足设计要求	100%	目测、手试检测
6	防雷接地电阻	$\leq 10\Omega$	100%	接地电阻测试仪测量
7	保护接地电阻	$\leq 4\Omega$	100%	接地电阻测试仪测量
8	共用接地电阻	如外场设备的保护接地体和防雷接地体未分开设置，则共用接地电阻 $\leq 1\Omega$	100%	接地电阻测试仪测量

14.6.2 防雷设施施工质量检查及控制标准应符合表 14.6.2 的规定。

表 14.6.2 防雷设施施工质量检查及控制标准

序号	检查项目	施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	电涌保护器状态指示	处于正常状态	100%	实操检测
2	电涌保护器安装位置	满足设计要求	100%	目测检测
3	电涌保护器接地线与接地网连接	可靠连接	100%	目测、手试检测

15 设备基础、管道、光电缆及相关设施

15.1 一般规定

15.1.1 设备基础、管道、光电缆及相关设施施工内容应包括设备基础制作，管道安装，光电缆敷设及电缆桥架、支架、线槽的安装。

15.1.2 设备基础施工应在具备下列条件时进行：

- 1 隧道外设备基础施工相关的路基已完成，路面高程已确定。
- 2 混凝土配合比设计与验证试验已完成。

15.1.3 管道施工应在具备下列条件时进行：

- 1 隧道外预埋横穿管道处路面底基层（基层）施工已完成。
- 2 管道施工范围内场地已清理。

15.1.4 光电缆及相关设施施工应在具备下列条件时进行：

- 1 预留孔洞、预埋管道、电缆沟等的位置、数量和尺寸满足设计要求，预埋管道通畅。
- 2 隧道内光电缆及相关设施施工前，隧道装饰工程基本完成。
- 3 隧道外光电缆直埋敷设施工范围内场地已清理。

15.2 材料检验

15.2.1 设备基础、管道、光电缆及相关设施材料进场时，应按本规范第 3.0.3 条的有关规定进行一般性检查。需现场抽样检测时，尚应符合下列规定：

1 同厂家、同批次、同型号、同规格的管道、电缆、电缆桥架、支架、线槽等主要材料的现场抽样检测，每批至少应抽取 1 个样本。

2 同一厂家、同一类型、同一钢筋来源的成型钢筋的现场抽样检测，应不超过 30t 为一批，每批中每种钢筋型号、规格均应至少抽取 1 个钢筋试件，总数不应少于 3 个。

3 当抽样检测结果出现不合格时，可加倍抽样检测，仍不合格时，则该批材料、成品或半成品应判定为不合格品，不得使用。

15.2.2 设备基础材料进场检验应符合下列规定：

1 钢筋力学性能检验结果应符合现行《钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋》(GB 1499.1)、《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》(GB 1499.2)的有关规定。

2 应检查模板规格、尺寸，确认满足基础浇筑要求。

15.2.3 管道进场检验应符合下列规定：

1 管道的几何尺寸应合格，壁厚应均匀，内壁应光滑。

2 管道应无裂纹，金属管道应无毛刺，非金属管道应无压扁现象。

3 热浸镀锌管道涂层厚度应满足设计要求，无具体规定时，镀锌涂层附着量、厚度及均匀性应符合表 15.2.3 的规定。

表 15.2.3 镀锌涂层附着量、厚度及均匀性

热浸镀锌管道厚度 (mm)	镀锌涂层平均附着量最小值 (g/m ²)	镀锌涂层平均厚度最小值 (μm)	镀锌涂层均匀性 (%)
≥3	600	85	25
≥1.5 且 <3	500	70	25
<1.5	395	55	25

15.2.4 光缆进场检验应符合下列规定：

1 光缆端头封装应严密，标识应清晰。

2 光纤衰减值应满足设计要求，无具体规定时，光纤衰减参数应符合表 15.2.4 的规定。

表 15.2.4 光纤衰减参数

光缆模数	单模		多模
	1 550	1 310	850
波长 (nm)	1 550	1 310	850
衰减 (dB/km)	≤0.25	≤0.40	≤3.40

3 测试完毕应重新密封光缆端头。

4 应对直埋光缆进行绝缘测试，光缆护层绝缘电阻不应小于 1 000MΩ·km。

15.2.5 电缆进场检验应符合下列规定：

1 需强制性认证的电缆应具有相关标识。

2 电缆端头封装应严密，标识应清晰。

3 电缆导通测试应合格。

4 电缆绝缘层应均匀，无老化现象，电缆绝缘检测应符合表 15.2.5 的规定。

表 15.2.5 电缆绝缘检测

电缆种类		检测方法与控制值
信号电缆		用 1 000V 兆欧表检测, 芯线间及芯线对屏蔽及芯线对铠的绝缘电阻值不应小于 $500\text{M}\Omega \cdot \text{km}$
控制电缆		用 500V 兆欧表检测, 芯线间及芯线对铠的绝缘电阻值不应小于 $50\text{M}\Omega$
电力电缆	工作电压 $\leq 1\text{kV}$	用 1 000V 兆欧表检测, 芯线间及芯线对铠的绝缘电阻值不应小于 $50\text{M}\Omega$
	工作电压 $> 1\text{kV}$	用 2 500V 兆欧表检测, 芯线间及芯线对铠的绝缘电阻值不应小于 $100\text{M}\Omega$

5 测试完毕应重新密封电缆端头。

条文说明

1 需强制性认证的电缆产品以国家市场监督管理总局发布的《强制性产品认证目录》为准。

15.2.6 电缆桥架、支架、线槽进场检验应符合下列规定:

- 1 电缆桥架、支架、线槽及其附件应完整, 所有焊接应牢固, 焊缝饱满, 无夹渣、气孔。
- 2 钢质电缆桥架、支架、线槽制件热浸镀锌涂层厚度应满足设计要求, 无具体规定时, 应满足现行《公路交通工程钢构件防腐技术条件》(GB/T 18226) 的有关规定。
- 3 复合材料桥架应按设计要求进行外观几何尺寸检查, 表面应光滑, 无气泡、塌陷、裂纹、毛刺等。

15.3 设备基础

15.3.1 设备基础宜采用施工准备→定位放样→基坑开挖→模板制作→钢筋制作→法兰盘、预埋螺栓、预埋管安装→混凝土浇筑与养护→模板拆除→回填的施工流程。

15.3.2 设备基础位置、高程和尺寸应满足设计要求, 并应避免设备安装后出现功能性遮挡。

15.3.3 设备基础基坑开挖应符合下列规定:

- 1 应按测量放线准确开挖, 开挖深度应满足要求。
- 2 应做好防塌、截排水等防护措施, 并不得损坏已有管线。
- 3 应按设计要求对地基承载力进行检测。

15.3.4 设备基础模板制作应符合下列规定：

- 1 模板与混凝土的接触面应平整，并应涂刷隔离剂。
- 2 模板安装应牢固、拼缝紧密，预留孔洞位置、尺寸应满足要求。
- 3 模板安装应保证基础各部分形状、尺寸和位置准确，且应便于钢筋安装和混凝土浇筑、养护。

15.3.5 设备基础钢筋制作应符合下列规定：

- 1 钢筋应按设计图纸的规定尺寸下料，并应按规定的形状加工。
- 2 钢筋级别、直径、根数、间距等应满足设计要求。
- 3 钢筋的交叉点应采用铁丝绑扎牢固，铁丝丝头应向构件内部弯折。

15.3.6 法兰盘、预埋螺栓、预埋管应安装牢固，其位置、高程应满足设计要求，并采取防腐措施。

15.3.7 设备基础浇筑与养护应符合下列规定：

- 1 浇筑混凝土前，应稳固钢筋衬垫，清除模内杂物。
- 2 混凝土浇筑自由倾落高度在2m以上时，宜设置串筒、溜槽、溜管等装置。
- 3 应对每批次浇筑的同一强度等级混凝土取试件，试件以同龄期者三块为一组。
- 4 混凝土应分层连续浇筑，应在下层混凝土初凝或能重塑前浇筑完上层混凝土。
- 5 混凝土振捣时每一振点的振捣延续时间宜为20~30s，以混凝土停止下沉、不出现气泡、表面呈现浮浆为度。
- 6 在混凝土初凝前和终凝前，应分别对混凝土裸露表面进行抹面处理。
- 7 混凝土浇筑完毕后应及时进行养护，养护时间、养护方式应符合现行《混凝土结构工程施工规范》（GB 50666）的有关规定。

15.3.8 设备基础混凝土强度能保证其表面及棱角不受损伤时，方可拆除侧模，应在混凝土强度达到设计要求时再拆除底模。

15.3.9 设备基础回填土应清除木料、草帘、纸袋等杂物，回填应分层摊铺和夯实，边坡地段应与原有坡度平齐。

15.3.10 设备或设备立柱的安装应在基础混凝土强度达到设计强度的75%以上后进行。

15.3.11 设备基础采用型钢制作时，型钢焊接应牢固，焊缝饱满，无夹渣、气孔，

表面平整，基础型钢安装的允许偏差应按本规范表 12.3.3 的有关规定执行。

15.4 管道

15.4.1 管道路由应根据设计及现场实际情况确定。

15.4.2 管道的埋设方式、深度、管间距应满足设计要求。

15.4.3 管道敷设应符合下列规定：

- 1 敷设时应避免杂物进入管道中。
- 2 暗敷的电缆管道沟底应平整、顺直，转角处应过渡顺适。
- 3 明配的电缆管道应排列整齐，固定点间距均匀，安装牢固。
- 4 电缆导管的弯曲半径不应小于电缆的最小弯曲半径。
- 5 敷设多根硅芯管时，应采用不同色条标识的硅芯管或作其他分辨标识。
- 6 硅芯管敷设的最小曲率半径不应小于硅芯管外径的 15 倍。
- 7 入户的金属管道应可靠接地。

15.4.4 管道接续应符合下列规定：

- 1 管道的接口断面应平直、无毛刺，接续方式应满足设计要求。
- 2 金属管道严禁对口熔焊连接，接续处应做防腐处理。
- 3 硅芯管应采用配套的密封接头件接续。

15.4.5 回填土前，应先清除沟内的杂物、积水、淤泥。回填土内不应有直径大于 50mm 的石子、碎砖等坚硬物。

15.5 光缆

15.5.1 光缆敷设应符合下列规定：

- 1 应按设计和实际路径、接续和预留要求合理配盘。
- 2 敷设前，应核查管孔位置和数量，应清刷管孔、清扫人孔。
- 3 敷设的光缆曲率半径不得小于光缆外径的 20 倍。
- 4 敷设光缆时，应在有可能出现拖、磨、刮、蹭的地方设衬垫物，并在牵引套和钢丝绳间设置转环，送入子管的光缆应保持平直；严禁扭曲、碾压光缆。

5 光缆敷设预留长度应满足设计要求，无具体规定时，光缆敷设预留允许最小长度应符合表 15.5.1 的规定。

表 15.5.1 光缆敷设预留允许最小长度

光缆敷设预留位置	允许最小长度
自然弯曲处	5m/km
人孔内弯曲处	1m
接头重叠处	6m
设备处	10m

6 敷设后，应检查确认光纤无损伤。

7 人孔内的光缆应放在支架的托板上。

8 人孔内光缆应挂标志牌。标志牌内容应包括编号、型号、规格、起止方向，标志牌字迹应清晰，不易褪色。

15.5.2 光缆接续应符合下列规定：

1 接续工作地点宜设在清洁干燥处，不应设在人孔内。

2 接续应使用专用的接续材料。

3 光纤熔接时，纤芯对接应正确无误，单模光纤接头损耗不应大于 0.1dB，多模光纤接头损耗不应大于 0.08dB。

4 光缆接头应安装牢固，且应有清晰标识及编号。

5 光缆接续完毕，接头应有保护措施，接头盒应紧固。

6 在光缆接头处，两侧的金属构件不应做电气连通，但通信站或设备间的光缆金属构件应相互连通，并接至接地汇流排上。

15.5.3 光缆敷设完成后，应测试每芯光纤的线路总衰耗，测试结果应满足设计要求，无具体规定时，应符合本规范表 15.2.4 的有关规定。

15.5.4 在光缆始末端、拐弯处、接头处、隧道口、桥架的出入口、电缆井等处均应挂设标志牌，标志牌内容应包括光缆编号、型号、规格、起止点、长度，标志牌字迹应清晰，不易褪色。

15.5.5 光缆清册、光缆纤芯分配表、隐蔽工程记录等应齐全、完整、真实。

15.6 电缆

15.6.1 电缆敷设应符合下列规定：

1 应按设计和实际路径、接续和预留要求合理配盘。

2 应按弱电电缆与强电电缆分离原则，合理布置电缆。

3 电缆敷设时应排列整齐，不应交叉。

- 4 电缆敷设时严禁产生绞拧、铠装压扁、护层断裂和表面严重划伤等缺陷。
- 5 敷设时的电缆允许最小弯曲半径应符合表 15.6.1-1 的规定。

表 15.6.1-1 电缆允许最小弯曲半径

电缆种类	允许最小弯曲半径
信号电缆、控制电缆、聚氯乙烯绝缘电力电缆	10d
交联聚乙烯绝缘电力电缆	15d
钢铠护套橡皮绝缘电力电缆	20d

注：d 为电缆外径。

6 敷设时不宜有中接头；如有接头时，接头应放入人孔或电缆沟内，并应做好记录。严禁在导管内接头。

7 用机械敷设电缆时，应在牵引头或钢丝网套与牵引钢缆之间装设防捻器，电缆最大牵引强度应符合表 15.6.1-2 的规定，牵引速度不宜超过 15m/min。

表 15.6.1-2 电缆最大牵引强度

牵引方式	牵引头 (N/mm ²)		钢丝网套 (N/mm ²)		
	铜芯	铝芯	铅套	铝套	塑料护套
允许牵引强度	70	40	10	40	7

8 电缆在终端、接头、电缆井内、过建筑物的沉降缝和伸缩缝等处的预留应满足设计和相关标准要求。

9 水平敷设时电缆首末端、转弯处、分支处、接头处两端应固定；垂直敷设或超过 45° 倾斜敷设时的电缆应在每个支架上固定。

10 电缆进入变电站、箱（柜）时，应用耐火泥封堵管口。

15.6.2 电缆在管道中敷设应符合下列规定：

- 1 电缆在管道中的填充率不应大于 60%。
- 2 电缆穿管前应清除管内杂物和积水，管口应有防止损坏电缆的保护措施。
- 3 不同电压等级、交流与直流的线缆不宜穿入同一导管内；三相或单相的交流单芯电缆不得单独穿于钢管内。
- 4 敷设时可采用无腐蚀性的润滑剂。

条文说明

3 三相或单相的交流单芯电缆不得单独穿于钢管内的规定是为了防止产生涡流效应。

15.6.3 电缆上走线敷设应符合下列规定：

- 1 电缆从柜顶到走线槽、架中间的弯曲弧度应统一、线形流畅。
- 2 电缆下配线架时应按顺序下线，最底层电缆应放置在配线架最内侧。

15.6.4 电缆直埋敷设应符合下列规定：

- 1 严禁平行敷设于地下管道的正上方或下方。
- 2 埋设方式、深度应满足设计要求，可采用上、下部均铺不小于 100mm 厚的软土或细砂，并加盖保护板，保护板应宽出电缆两侧各 50mm。在寒冷地区，电缆宜埋设于冻土层以下，当无法深埋时，应采取措施，防止电缆受到损伤。
- 3 电缆施放后，应无明显的机械损伤。应做绝缘测试，合格后方可回填，回填土应分层夯实。
- 4 应按设计要求设置方位标志或电力标桩。

15.6.5 电缆接续与成端应符合下列规定：

- 1 并列敷设的电缆，其接头位置宜相互错开。
- 2 电缆头配件规格尺寸应与电缆规格匹配。
- 3 电缆头从开始剥切到制作完毕，应连续进行，一次完成。
- 4 电缆头压接前应去除氧化层并涂抗氧化剂，连接完成后应清洁干净。
- 5 电缆头制作时，芯线应连接良好；芯线间应绝缘可靠，并用相色带标识区分；电缆头应密封良好。
- 6 铝合金电缆头与铜排、铜接线端子等的连接，应采用铜铝过渡端子。

15.6.6 在电缆始末端、分岔处、拐弯处、接头处、隧道口、桥架的出入口、电缆井等处均应挂设标志牌，标志牌内容应包括电缆编号、型号、规格、起止点、长度，标志牌字迹应清晰，不易褪色。

15.6.7 电缆清册、电缆布放断面图、接线图、隐蔽工程记录等应齐全、完整、真实。

15.7 电缆桥架、支架、线槽

15.7.1 电缆桥架安装应符合下列规定：

- 1 桥架的托架或吊架的横向、纵向及高度允许偏差应为 $\pm 20\text{mm}$ ，电缆桥架的托架或吊架的安装距离应均匀。
- 2 电缆托盘及其托架或吊架安装应稳固，螺栓应作防腐处理，并应有防松动措施；电缆桥架安装完成后应横平竖直，线形流畅。
- 3 金属电缆桥架每 600m 应有至少 1 处与接地干线连接，全长应有不少于 2 处与接地干线连接。
- 4 非镀锌金属电缆桥架间连接板的两端应跨接接地线，接地线的截面面积应满足设计要求。
- 5 镀锌电缆桥架间连接板的两端可不设跨接接地线，但连接板两端应有不少于 2

个带防松螺帽或防松垫圈的连接固定螺栓。

6 直线段钢质桥架超过 30m 时，铝合金和复合材料桥架超过 15m 时，应留有不少于 20mm 的伸缩缝，其连接宜采用伸缩连接板；电缆桥架跨越建筑物伸缩缝处，应设置补偿装置；金属电缆桥架伸缩缝连接处应设跨接接地线。

7 铝合金桥架在钢支架上固定时，应有相互间绝缘的防电化学腐蚀的措施。

8 桥架安装前应按设计要求对桥架底座做载荷试验。无具体规定时，载荷试验负荷应为底座、桥架负荷重力之和的 5 倍。

条文说明

8 桥架负荷主要是桥架及桥架内电缆、扁钢等重量。

15.7.2 电缆支架安装应符合下列规定：

1 电缆支架间距应满足设计要求，无具体规定时，电缆支架安装间距不应大于表 15.7.2 的规定，间距允许偏差为 $\pm 50\text{mm}$ 。

表 15.7.2 电缆支架安装间距 (mm)

电缆种类		敷设方式	
		水平	垂直
信号电缆、控制电缆		800	1 000
电力电缆	未含金属套、铠装的全塑小截面电缆	400 ^①	1 000
	除上述情况外的 10kV 及以下电缆	800	1 500

注：^①能维持电缆平直时，该值可增加 1 倍。

2 电缆支架安装应竖直、牢固，其水平度、垂直度允许偏差不应大于 5mm，安装用螺栓应热浸镀锌，并应有防松装置。

3 金属支架应可靠接地。

15.7.3 电缆线槽安装应符合下列规定：

1 线槽横向与纵向允许偏差应为 $\pm 30\text{mm}$ 。

2 线槽安装应牢固，无扭曲变形，紧固件的螺母应在线槽外侧。

3 线槽伸入分线盒的长度宜为 20mm。

4 非镀锌金属线槽间连接板的两端应设跨接接地线，接地线的截面面积应满足设计要求；镀锌线槽间连接板的两端可不设跨接接地线，但连接板两端至少有 2 个带防松装置的连接螺栓。

5 金属线槽应可靠接地，且不应作设备的接地导体。

6 监控中心、各现场监控站线槽宜装于静电地板下，强弱电线槽应分开设置。

15.8 施工质量控制标准

15.8.1 设备基础及附件施工质量检查及控制标准应符合表 15.8.1 的规定。

表 15.8.1 设备基础及附件施工质量检查及控制标准

序号	检查项目		施工质量控制标准	检查数量	检查方法
1	基坑开挖尺寸、底部高程		满足基础制作和开挖防护安全要求	100%	钢卷尺、皮尺、直尺测量
2	地基承载力		满足设计要求	100%	地基承载力检测仪
3	模板制作后内空尺寸		满足基础外形尺寸要求, 允许偏差为 $\pm 20\text{mm}$	100%	钢卷尺、皮尺、直尺测量
4	钢筋制作间距		满足设计要求	100%	钢卷尺、直尺测量
5	预埋钢板、预埋管、预留孔中心线位置		满足设计要求, 无具体规定时, 允许偏差为 3mm	100%	钢卷尺、直尺测量
6	预埋螺栓	中心线位置	满足设计要求, 无具体规定时, 允许偏差为 2mm	100%	钢卷尺、直尺测量
		外露长度	满足设计要求, 无具体规定时, 允许偏差为 $(0, +10)\text{mm}$		
7	基础顶面距地面高度		满足设计要求, 无具体规定时宜为 $50 \sim 100\text{mm}$	100%	钢卷尺、直尺测量
8	基础外形尺寸		满足设计要求, 无具体规定时, 允许偏差为 $(-50, +100)\text{mm}$	100%	钢卷尺、皮尺、直尺测量
9	基础混凝土强度		满足设计要求	100%	试件抗压强度测试
10	回填土分层填筑		分层厚度满足设计要求	100%	钢卷尺、直尺测量

本规范用词用语说明

1 本规范执行严格程度的用词，采用下列写法：

- 1) 表示很严格，非这样做不可的用词，正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。
- 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词，正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。
- 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词，正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。
- 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的词语，采用“可”。

2 引用标准的用语采用下列写法：

- 1) 在标准总则中表述与相关标准关系时，采用“除应符合本规范的规定外，尚应符合国家和行业现行有关强制性标准的规定”。
- 2) 在标准条文及其他规定中，当引用的标准为国家标准和行业标 准时，表述为“应符合《××××××》(×××)的有关规定”。
- 3) 当引用本标准中的其他规定时，表述为“应符合本规范第×章的有关规定”“应符合本规范第×.×节的有关规定”“应符合本规范第×.×.×条的有关规定”或“应按本规范第×.×.×条的有关规定执行”。